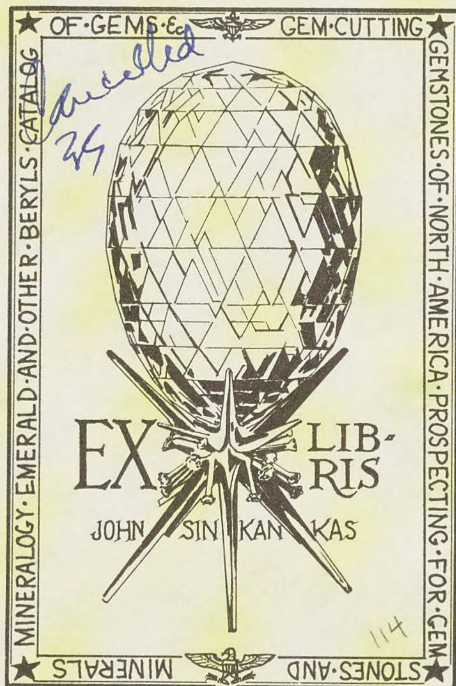
BIBLIOTHÈQUE
DES ÉCOLES ET DES FAMILLES

LIBRAIRIE HACHETTE & Cie
PARIS

PLB
12/24/86

Sinkankas # 4427



TE

LE

MONDE MINÉRAL



CONVOI DE DIAMANTS AU BRÉSIL.

BIBLIOTHÈQUE
DES ÉCOLES ET DES FAMILLES

LE MONDE MINÉRAL

PAR

MME STANISLAS MEUNIER

PARIS
LIBRAIRIE HACHETTE ET CIE
79, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 79
1883

LE

MONDE MINÉRAL

INTRODUCTION

De même que les animaux et les végétaux, les minéraux offrent des types qui, par leur beauté ou leur utilité, nous intéressent tout particulièrement. Ce sont ces types que nous avons choisis pour faire de chacun une très courte histoire, notre prétention n'étant pas de donner, dans les pages qui vont suivre, un tableau complet du règne minéral. Le monde immense des corps inorganisés a des familles aussi serrées, des genres aussi nombreux, des espèces aussi variées que les mondes vivants.

Dans cette profusion de substances parmi lesquelles les minéralogistes ont tant de peine à fixer un ordre, à établir une classification, le triage se fera facilement pour nous, qui n'envisagerons les choses qu'à notre point de vue.

La première partie de ce petit livre est relative aux *métaux :* or, argent, platine, mercure, étain, cuivre, plomb, fer et zinc. Nous décrivons leurs principales propriétés, leur manière d'être dans la nature, et les opérations qui permettent de les extraire de leurs minerais.

Viennent ensuite les minéraux qu'on peut réunir sous le nom de *pierres*, et qui, très variables à tous égards, se répartissent en trois grandes catégories : *pierres précieuses*, *pierres fines*, *pierres communes*. Dans les premières figurent : le diamant, le saphir, les spinelles, la topaze, l'émeraude, le zircon, le cristal de roche. Comme pierres fines, translucides ou opaques, nous mettons l'agate, l'opale, le jaspe, les feldspaths, le jade, le lapis, la malachite, la fluorine, l'obsidienne. Le granit ouvre la série des pierres communes, et après lui défilent la pierre à fusil, la meulière, le grès, qui sont essentiellement siliceux; — l'ardoise et la terre à brique, de nature alumineuse; — le marbre et la pierre à bâtir, qui sont calcaires; — enfin la pierre à plâtre.

Les *phosphates minéraux* constituent le chapitre unique d'une troisième partie.

A la suite du sel gemme, se groupent tout naturellement les autres *sels :* le carbonate, le sulfate, le nitrate et le borate de soude.

Enfin, la cinquième et dernière partie, celle des *combustibles*, comprend le soufre, les bitumes, et surtout la houille, qui clôt bien dignement notre liste.



Les caractères des minéraux sont les uns physiques, les autres chimiques.

Les caractères qualifiés de *physiques* sont, entre autres, la forme, la structure, la cassure, la transparence, la réfraction (simple ou double), l'éclat, la couleur, les propriétés thermiques dilatabilité, conductibilité), la dureté, la densité, la ténacité, la flexibilité, la ductibilité, le magnétisme, l'électri-

cité, la phosphorescence, et l'action sur le toucher, sur le goût, sur l'odorat.

La plupart de ces termes se définissent d'eux-mêmes; pour les autres : densité, électricité, magnétisme, nous supposons que le lecteur possède les quelques notions de physique sans lesquelles tout livre scientifique est inintelligible.

Nous ne voulons signaler que la dureté, d'un usage tout spécial en minéralogie, où elle fournit l'un des moyens les plus faciles de distinguer un minéral d'un autre.

Les duretés, très variables, des différents minéraux, s'expriment en chiffres pris dans une échelle, qu'on appelle échelle de Mohs, du nom de son inventeur, et où le talc et le diamant, pris tous deux comme termes extrêmes, sont représentés, l'un par 1, comme étant le plus mou, l'autre, par 10, comme étant le plus dur de tous les corps.

Voici cette échelle :

1. Talc.	6. Orthose.
2. Gypse.	7. Quartz.
3. Calcaire.	8. Topaze.
4. Fluorine.	9. Corindon.
5. Apatite.	10. Diamant.

Les numéros 1 et 2 sont rayés par l'ongle ; les 5 premiers numéros, par une pointe d'acier; le numéro 6 et les suivants rayent le verre à vitre. La dureté des gemmes se rapporte à celle du quartz, qu'elles rayent toutes.

Si donc l'on veut déterminer exactement la dureté d'un minéral, on examine, d'abord, quelle est la substance de l'échelle qu'il raye le plus difficilement; ensuite, si le corps, supérieur en dureté à la substance attaquée, le raye ou ne le

raye pas. Par exemple, un minéral qui raye l'orthose, et que raye le quartz, a une dureté égale à 6,5.

Les propriétés *chimiques* des minéraux sont relatives surtout à l'action que leur font éprouver les agents les plus ordinairement employés dans les laboratoires. Certains d'entre eux sont solubles dans l'eau, tels que les sels; d'autres s'attaquent aux acides. Les uns sont simplement dissous, comme le gypse dans l'acide chlorhydrique; d'autres en se dissolvant se décomposent, et plusieurs font *effervescence*, c'est-à-dire dégagent de l'acide carbonique, qui s'exhale en bouillonnant. Le calcaire fait effervescence à froid; la dolomie, la sidérose, seulement à chaud. Par les acides, les sulfures dégagent parfois de l'hydrogène sulfuré, reconnaissable à son odeur nauséabonde. Il est des silicates, comme le péridot, qui, traités par les mêmes réactifs, déposent de la silice gélatineuse. Beaucoup de substances à base métallique donnent des dissolutions colorées diversement.

Ces quelques exemples suffisent pour montrer comment les propriétés chimiques des minéraux conduisent à leur détermination. On arrive au même résultat, et plus commodément encore, à l'aide du *chalumeau*, grâce auquel on peut observer par la voie sèche les réactions des substances minérales sur quelques réactifs fondus.

LES MÉTAUX

CHAPITRE PREMIER

L'OR

État de l'or dans la nature. — Ses caractères. — Pépites et paillettes. — Les mines d'Autriche, de Gaule, d'Espagne. — Histoire de Grégor Lesnoï. — L'Afrique et la poudre d'or. — Un Anglais chez les Ashantis. — Les mines d'Amérique. — Sables et filons de Californie. — Histoire des premiers chercheurs. — Comment on démolit aujourd'hui les anciennes alluvions : *Eureka Lake Water Company*. — La dorure. — L'orfèvrerie.

L'or, un des corps les plus rares, comme on sait, se trouve être, en même temps, l'un des plus répandus dans la nature : la plupart des substances que l'on a étudiées avec assez de soin, qu'elles soient animales, végétales ou minérales, ont révélé à l'analyse des traces d'or. Cependant ce métal s'est concentré dans certains gisements particuliers qui constituent ses minerais; et, particularité remarquable, qui tient à la faiblesse de ses affinités chimiques, on le rencontre en général à l'état libre ou *natif*. Les pyrites, dites aurifères, le contiennent en particules indiscernables, même au microscope; mais il est au moins douteux qu'il y soit engagé à l'état de combinaison chimique. Dans les quartz et les alluvions, l'or est sensiblement pur, et l'on ne peut guère citer comme combinaisons naturelles certaines à base d'or que les *tellurures* exploités en Transylvanie.

Quand il est natif, le précieux métal affecte souvent la forme de nodules arrondis, auxquels on donne le nom de *pépites*.

Ordinairement les pépites qui gisent dans le sable des rivières sont d'un volume peu considérable; exceptionnellement, on en a trouvé d'énormes : on voit au Muséum d'histoire naturelle le moulage en plâtre doré d'une pépite prise en Australie, et qui pesait 95 kilogrammes.

Avec les pépites se rencontrent les *paillettes*, que l'on peut s'amuser à découvrir même dans le sable de quelques rivières françaises, telles que le Rhin, le Rhône, le Gardon et l'Ariège[1], sur les bords desquelles, jusqu'à une époque récente, s'exerçait l'industrie des orpailleurs.

Pépites et paillettes, au même titre que les cailloux qui les accompagnent, sont le produit de la démolition des filons de quartz aurifère. Ceux-ci, qui recoupent des roches variées, consistent en cristal de roche massif dans la substance duquel l'or s'est concrété, et souvent avec des formes géométriques : en faisant sauter à la mine le quartz dont il s'agit, on isole des échantillons où apparaissent des cubes, des octaèdres d'or.

Amené à l'état de pureté, l'or est un métal jaune et éclatant, d'une densité égale à 19,3. Il est inaltérable à l'air et même à la plupart des réactifs chimiques. Le mélange d'acide chlorhydrique et d'acide azotique était pour les alchimistes l'eau *régale*, parce qu'il dissout l'or, le *roi* des métaux. Il se liquéfie à une température qu'on évalue à 1200°. Il se dissout dans le mercure avec une extrême facilité. Dureté variant de 2,5 à 3.

Il résulte de ce que nous venons de dire que les mines d'or se classent en *filons*, en *sables* de rivières, en *alluvions* anciennes. On peut faire une quatrième espèce pour les mines dans lesquelles l'or se trouve, dans des filons, associé à l'argent et à d'autres minéraux.

De tous les États européens, c'est l'Autriche qui produit la plus grande quantité d'or. Ses mines sont situées dans le Tyrol, la Bohême et la Hongrie.

1. Le nom de l'Ariège vient de *Aurigera*, qui veut dire *charrieuse d'or*.

La pyrite aurifère est exploitée à Bokstein dans le Salzbourg et à Zell dans le Tyrol. Les filons de quartz qui la renferment sont encaissés dans le schiste argileux. L'or s'y trouve en compagnie de mispickel et de cuivre gris argentifères, ainsi que de sulfure d'argent. Le minerai contient tout au plus 0,000015 d'or. A Zell, la teneur moyenne est de 0,000004. La mine de Hofferstollen, en Hongrie, est plus riche. Les filons de quartz blanc, de spath et de pyrite renferment de l'argent aurifère et même de l'or natif en petits grains. On cite encore en Hongrie les mines d'argent aurifère de Felsobanya, Boitza, Zalatama, et un grand nombre de rivières et de plaines dont le sable contient de l'or. Le groupe de montagnes de l'ouest de la Transylvanie, entre la Lapos et la Maros, a quarante exploitations pour l'extraction des minerais aurifères, qui sont traités à la fonderie de Zalathna.

La Norvège, la Grande-Bretagne, l'Irlande récoltent aussi un peu d'or.

Les anciens en ont tiré beaucoup de la Gaule, que César qualifie même de *Gallia aurifera.* « La Gaule, dit Diodore de Sicile, ne produit pas d'argent, mais elle a été douée par la nature de mines d'or qui ne lui coûtent point de travail : les fleuves entraînent, dans leurs longs circuits à travers les montagnes, des sables qui se répandent sur leurs rives et dans les vallées voisines. Les habitants possèdent l'art de les extraire par le lavage et de les fondre, et les hommes comme les femmes s'en font des anneaux, des bracelets et des ceintures. »

Ces mines sont actuellement épuisées. Il n'existe qu'un seul filon d'or en France : c'est celui de la Gardette, dans le département de l'Isère. Il a $0^{m},60$ à $0^{m},90$ de puissance ; il est de quartz. Son inclinaison est presque verticale et sa direction de l'O.-N.-O à l'E.-S.-E. Encaissé dans une montagne de gneiss élevée de 1290 mètres au-dessus du niveau de la mer, il est sujet à des interruptions telles, que son exploitation de-

vient ruineuse, et qu'on a été obligé de l'abandonner.

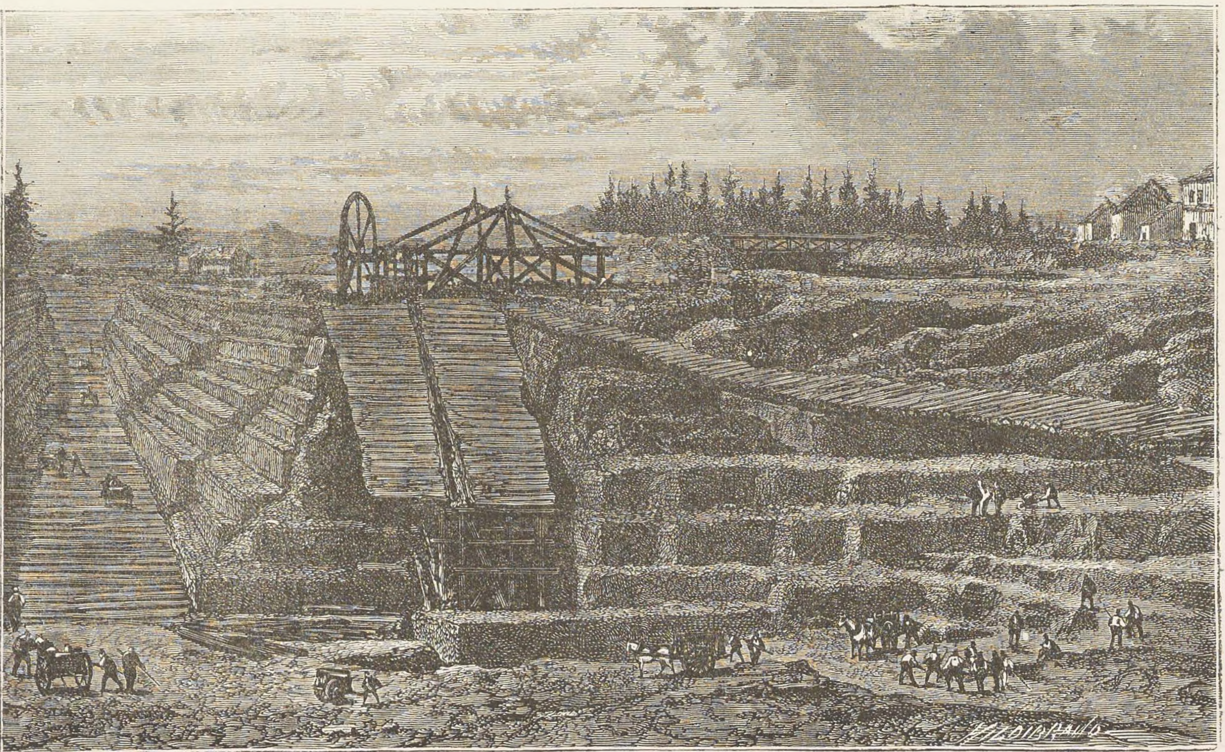
L'Espagne a été la Californie des anciens. Les Phéniciens, les Carthaginois et les Romains en ont tiré successivement d'immenses richesses. Les Maures sont les derniers qui exploitèrent les mines de ce pays. Les traces qui sont restées des grands travaux de l'antiquité, confirment pleinement le dire des historiens. On lave encore quelques sables, ceux du Sil, par exemple; mais cette industrie emploie des moyens si grossiers, que les orpailleurs ont toutes les peines du monde à gagner deux ou trois francs par jour.

Les exploitations les plus importantes de l'Asie sont celles de la Sibérie, établies sur les versants de l'Oural et de l'Altaï.

Les sables aurifères, étendus au bas du versant d'Asie des monts Ourals, vont depuis Ekaterinebourg jusqu'à 4 à 500 kilomètres vers le nord. Leur découverte date de 1745; mais on ne les exploite activement que depuis 1812, époque à laquelle un ukase impérial déclara que le produit de l'or appartiendrait aux propriétaires du terrain moyennant un droit de 10 à 11 p. 100. A propos de la découverte des mines de l'Altaï, M. Landrin, ingénieur civil des mines, auteur d'un ouvrage sur l'*Or*, raconte une curieuse anecdote :

« Un individu nommé Grégor Lesnoï, ayant commis plusieurs crimes, avait trouvé un refuge dans le village de Birtchi-Koule, sur le versant des montagnes; il passait dans le pays pour un homme doué d'un pouvoir surnaturel. De temps en temps il remontait sur le flanc des montagnes, se jetait dans les forêts presque impénétrables, parcourant les torrents et disparaissant pour plusieurs jours; puis il revenait chargé d'or natif, qu'il vendait comme il pouvait. On remarquait chez lui un christ dont l'image était entièrement couverte d'or. Plus d'une fois on avait épié ses démarches; plus d'une fois on avait tenté de le suivre : soit hasard, soit adresse, il était parvenu à dérouter la curiosité.

» Comme il était le sujet de toutes les conversations, son



VUE DES PLACERS AURIFÈRES DE L'OURAL.

histoire passa du pays où il vivait dans des départements plus éloignés; un marchand, nommé Popoff, en fut informé, et, vers 1828, il se rendit au village de Birtchi-Koule.

» Il était trop tard : Lesnoï venait de mourir, et il n'avait confié son secret qu'à une jeune fille élevée par lui et qui l'accompagnait dans ses excursions. On parvint, à force de promesses, à la faire consentir de servir de guide à Popoff, et celui-ci trouva sur la rive d'une petite rivière, nommée Kiri-Koub, une couche très riche de sables aurifères.

» Des recherches régulières furent ultérieurement organisées : Popoff se mit à exploiter deux gisements de sables situés sur le versant opposé des monts Alataou. Le gouvernement intervint et, s'emparant de ce côté du versant, laissa l'autre aux particuliers ; mais, dans son empressement à établir son monopole, il se trompa, et choisit précisément le versant le moins riche. Il fut plus tard obligé d'abandonner plusieurs de ses exploitations, parce que le métal s'y trouvait en quantité trop peu considérable dans les unes, et parce qu'il était à de trop grandes profondeurs dans les autres. »

L'Afrique est le pays de la poudre d'or. Le sud du Niger et le Sénégal en font un commerce des plus actifs qui attire des caravanes nombreuses, se composant quelquefois de 6000 hommes. Des marchands nègres isolés parcourent le pays avec leur *tili-kissi*, espèce de trébuchet à peser l'or. Celui-ci est considéré comme une marchandise susceptible de hausse et de baisse.

Les Maures de la partie occidentale de l'Afrique apportent sur la côte une grande quantité de poudre d'or qui vient des provinces de l'intérieur, tandis que le pays de Manica et la ville de Sofala, situés vers l'orient, reçoivent la poudre d'or que les Cafres y apportent des versants des montagnes.

La côte de la Guinée septentrionale doit son nom de côte de l'Or au commerce du métal précieux qui depuis si longtemps attire les voyageurs chez elle. Les mines, gardées par

des fétiches, n'y sont pas exploitées; mais les sables de Warsan et de Dinkara donnent des paillettes en abondance; celles de Dinkara, qui servent à payer le tribut au roi d'Ashanta, sont de l'or le plus fin. Aussi le pays des Ashantis, regorge-t-il de richesses de toutes sortes. M. Edouard Boudich, un Anglais, qui en 1819 y fut envoyé en mission, nous a transmis des détails bien curieux. Voici comment Biot raconte son entrevue et celle des autres membres de la mission avec le roi et la cour :

« Une étendue de près d'un mille de circonférence était couverte d'une foule aussi richement que singulièrement parée. Le roi, ses tributaires, ses capitaines, paraissaient dans l'éloignement, avec une suite aussi nombreuse que variée, et séparée des Anglais par une masse serrée de guerriers, qui semblaient rendre leur approche impossible. Les rayons du soleil brillaient de toutes parts sur une telle multitude d'ornements d'or, que la vivacité de leur réflexion devenait presque aussi insupportable que l'étouffante chaleur de l'air. A l'arrivée des Anglais, plus de cent troupes de musiciens sonnèrent ensemble les fanfares de leurs chefs; les éclats bruyants d'un nombre infini de cors, de tambours et d'instruments de métal ne cessaient de se faire entendre par intervalles, que pour laisser succéder à leurs mâles accents les sons plus doux de longues flûtes réellement harmonieuses, tandis qu'on voyait de toutes parts s'agiter dans les airs une multitude de parasols de soie de toutes couleurs, assez larges pour couvrir chacun plus de trente personnes, et surmontés par des croissants, des pélicans, des éléphants, des armes et d'autres ornements plaqués d'or. Sous ces abris étaient portés les palanquins des chefs, garnis de coussins moelleux, recouverts en taffetas écarlate, avec les plus riches draperies pendantes sur leurs bords. Les vêtements des principaux chefs et ceux de leur suite étaient d'une magnificence excessive, et devaient être d'un prix exorbitant

par la diversité infinie de soie étrangère qu'il avait fallu pour les tisser. Ils étaient excessivement lourds et rejetés sur l'épaule comme la toge romaine. Des amulettes mauresques, chèrement achetées, richement encadrées en or, y étaient suspendues par des colliers d'or massif. Une infinité d'autres ornements d'or étaient distribués sur toutes les parties de leur parure; leurs sandales étaient de peau blanche et délicatement travaillées; à leur poignet gauche pendaient des bracelets d'or, et des masses brutes d'or massif, si pesantes, qu'il fallait les soutenir en les faisant reposer sur la tête de jeunes enfants. Des pipes d'or et d'argent brillaient de toutes parts. Des têtes de loup et de bélier en or, de grandeur naturelle, étaient suspendues aux poignées d'or des épées que l'on portait en grand nombre autour de chaque chef; les gaines de ces épées étaient faites de peau de léopard ou avec une espèce de coquille à surface chagrinée; les lames étaient plates, élargies à leurs extrémités en forme de raquettes, et rouillées de sang. La richesse et la diversité des instruments militaires répondaient à cette magnificence. Au milieu de cette cour noire, les voyageurs furent tout à coup surpris de voir un certain nombre de Maures, non moins remarquables par leur présence même que par leur habillement : ils étaient dix-sept chefs, vêtus de longs habits de satin blanc richement brodés, avec des pantalons et des chemises de soie, et de grands turbans de mousseline blanche, garnis de pierres précieuses; leur suite portait des turbans rouges et de longues chemises blanches; ceux d'un rang inférieur avaient des turbans bleus. Ils levèrent lentement les yeux sur les Anglais, quand ceux-ci passèrent devant le front de leur troupe, et les suivirent d'un regard malveillant.

« Enfin le redoublement des fanfares et le resserrement des lignes militaires annoncèrent aux voyageurs qu'ils approchaient du roi : déjà ils passaient entre les officiers de sa maison; le chambellan, le grand cor de chasse d'or, le chef

des messagers, le chef des exécutions royales, le chef du marché public, le gouverneur des sépultures royales, le chef de la musique, étaient assis au milieu d'un cortège qui annonçait la dignité et l'importance de leurs charges. Derrière le maître d'hôtel (littéralement, le cuisinier), on portait un grand nombre de petites pièces de service de table, couvertes de peaux de léopard et, devant lui, étaient étalées un grand nombre de pièces massives d'argenterie, des aiguières, des bols à punch, des bouilloires, des cafetières, et un grand vase, aussi d'argent, garni de poignées pesantes, qui paraissait destiné à brûler des parfums; le tout semblait de fabrique portugaise. L'exécuteur de la haute justice, homme d'une immense stature, personnage essentiel dans toutes les fêtes et toutes les représentations royales, avait sur la poitrine une petite hache d'or massif : devant lui on portait le billot de mort, taché de grumeaux de sang, et en partie couvert d'une couche de graisse humaine. Les quatre interprètes du roi, aussi richement vêtus qu'aucun des autres chefs, se distinguaient par les verges d'or, signes de leur office, que l'on portait de toutes parts en faisceaux autour d'eux. Le chef de la trésorerie ajoutait à sa magnificence propre celle que lui donnait la magnificence de son maître. Les boîtes, les mesures et les poids étaient d'or massif. Le nombre total des guerriers qui parurent dans cette cérémonie, était de plus de trente mille. »

En Amérique, la Plata, le Brésil, le Chili, la Bolivie, le Pérou, la Nouvelle-Grenade, ont de grandes exploitations d'or. Mais la grande réserve du monde, c'est l'ouest des États-Unis : la Californie, l'État de Nevada et le Colorado en produisent des quantités énormes : le Comstock (État de Nevada) fournit à lui seul plus d'un million de dollars d'or par mois, et la Californie autant. Les quatre districts aurifères du Colorado rapportent deux millions et demi de dollars par an, et leur prospérité s'accroît rapidement.

La Californie est une terre classique dans l'histoire de l'or. Dans l'immense vallée, longue de 175 lieues, large de 50, qui s'étend entre la chaîne des Montagnes Rocheuses et l'océan Pacifique, on cherche l'or dans les alluvions formées par les sables arrachés à la Sierra-Nevada, alluvions noirâtres profondes et poreuses. Une foule d'affluents descendent de la chaîne, perpendiculairement au cours des deux grands fleuves coulant au nord et au sud, le San Joaquim et le Sacramento, et viennent tracer les vallons dans lesquels se sont établis les lavages.

Tous ces cours d'eau roulant sur les montagnes schisteuses qui renferment les filons à veinules ou à grains d'or, les dérangent, les désagrègent et en entraînent les détritus dans les vallées ; à chaque coude, à chaque remous qui forment obstacle à leur cours, les torrents y déposent les paillettes métalliques.

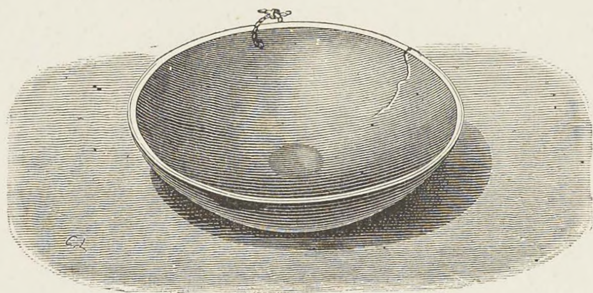
Dans beaucoup d'endroits, les sables aurifères appartiennent à des alluvions sèches sur lesquelles autrefois a coulé une nappe d'eau. Les orpailleurs sont obligés d'enlever les sables et de les porter à une certaine distance où se trouve l'eau nécessaire.

Dans les gisements aurifères nommés *dry diggins* (placers secs), c'est le filon de quartz lui-même qu'on exploite. Il a été mis à découvert par trois agents dont l'influence réunie ou séparée a désagrégé la roche au point d'en faire une espèce de sable. Ces agents sont l'atmosphère, dont l'action lente détruit quelques-uns des principes agrégeants, soit du filon lui-même, soit de la roche schisteuse qui l'encaisse; la pluie, qui agit mécaniquement et chimiquement tout à la fois, dissolvant les alcalis qui forment partie intégrante de la roche et interposant ses molécules entre celles des matières minérales ; enfin la chaleur du soleil, qui dilate les parties humides et sèches, produit des vapeurs et met en jeu des forces mécaniques imperceptibles, mais d'une puissance qui devient très grande avec le temps.



MINES D'OR D'ALLUVION

Dans les *dry diggins*, l'or se trouve au milieu des matières quartzeuzes de la gangue, dans la même proportion que lorsque la roche était à son état d'agglomération. Le minéral stérile est resté sur place, et si la nature l'a désagrégé, elle n'a fait qu'un travail imparfait, puisqu'elle ne l'a pas enlevé, et n'a pas, au moyen du transport, concentré le sable et enrichi la masse métallique. Aussi là, comme dans les filons, l'exploitation est-elle une véritable loterie : le mineur travaille des jours entiers sans rencontrer une pépite, une seule paillette ; puis tout à coup il amène à la surface une poche qui renferme une valeur de plusieurs milliers de



BATTÉE, OU SÉBILE A LAVER L'OR.

francs. Mais on se fera une meilleure idée de ces différents gisements, si l'on suit les mineurs sur le sol même de la Californie. L'histoire de cette contrée est émouvante et terrible.

L'or y fut découvert à la fin de janvier 1848. L'exploitation, immédiatement commencée, donna aussitôt d'étonnants résultats. La nouvelle s'en propagea rapidement ; et aussitôt, de tous les coins du monde, des chercheurs arrivèrent : Californiens, Mexicains, Péruviens, Chiliens, Chinois, Anglais, Allemands, Français, s'abattirent en deux ans, au nombre de quarante mille, sur le nouveau trésor.

Il reste encore, sur les placers d'anciens mineurs, qui ne

surent pas profiter de leur première fortune, et qui parlent aujourd'hui, comme d'un âge merveilleux, de ces temps où il suffisait de fouiller le creux d'un ravin avec la pointe d'un couteau pour y ramasser des pépites d'or du poids de plusieurs onces. Les Mexicains et les Chiliens avaient apporté sur les nouvelles mines les anciennes traditions de leur



CHINOIS LAVANT L'OR AU BERCEAU.

industrie nationale; ils lavaient les terres à la *battée*, et tout le monde les imita d'abord : la battée est un grand plat circulaire et peu profond sur lequel on lave les terres en tenant le plat dans l'eau et l'y agitant de mouvements convenables.

Puis, avec les Chinois, on se servit du *rocker* ou *berceau*, petite caisse en planches minces, assez semblable pour la

forme à un berceau d'enfant ouvert par les pieds. On verse les terres et l'eau de lavage sur une grille placée en tête, et on fait osciller l'appareil. Les boues et le sable s'écoulent par le bas; l'or reste sur une toile grossière tendue sur le fond du berceau.

Tous les émigrés étaient dans une joie folle; ils avaient envoyé à San Francisco plus de 500000 francs d'or, extraits de la *Rivière américaine* en moins de huit semaines de travail; à *Rich Bar*, on ne ramassait plus que les gros morceaux; à *Coyateville*, près de *Nevada-City*, on exploitait les sables d'un ravin qui rendaient couramment 2000 à 2500 francs par battée, environ 9 kilogrammes d'or par 100 kilogrammes de sable!

Nulle difficulté d'ailleurs pour arriver au métal: le minerai se trouvait dans toutes les vallées, partout à découvert, et toujours à proximité des eaux nécessaires à son exploitation.

Mais à côté de cette richesse, que de misère! Dans ce pays où la population était devenue tout à coup si énorme, il n'y avait guère que de l'or : la stérilité végétale accompagne souvent l'abondance minérale. D'autres spéculateurs, beaucoup plus avides que les chercheurs d'or, et beaucoup plus sûrs de s'enrichir, exploitèrent aussitôt la Californie, en lui faisant arriver des denrées à des prix absolument fabuleux.

Ainsi, la livre de farine se payait de 7 à 8 francs.

Une pelle ou pic valait de 45 à 50 francs, et un *rocker*, que le premier ouvrier venu peut bâtir en un jour de travail, ne se trouvait pas à moins de quatre à cinq cents francs. De sorte que tout l'or que le mineur accumulait ne se trouvait être qu'un leurre : sur le champ de mine il n'avait plus sa valeur, et ceux qui gardèrent quelque richesse ne le durent qu'à des privations sans nombre.

Aujourd'hui, on s'est organisé, et les mineurs vivent à des prix beaucoup moins exorbitants; mais la quantité d'or

recueillie a considérablement baissé. En 1848 et en 1849, la journée d'un chercheur lui valait environ 132 francs. A l'heure qu'il est, le Chinois qui, pour la dixième fois peut-être, lave en certains lieux des déblais de gravier que les premiers mineurs ont amoncelés dans toutes les vallées de la Sierra Nevada, ne gagne pas plus de 3 francs par jour.

Mais il s'agit là des sables de rivières, et du travail individuel.

Les richesses de la Californie sont loin d'être taries; seulement, pour les exploiter, il faut les moyens de travail puissants des grandes usines. Les chercheurs sacrifient leur indépendance, s'engagent au service des compagnies, et reçoivent de leur journée un prix toujours certain, et suffisamment rémunérateur.

Les alluvions anciennes constituent les mines d'or les plus importantes de la Californie. Elles forment de vastes plateaux s'élevant d'étage en étage sur les contreforts de la Sierra Nevada jusqu'à des hauteurs de 2000 à 2500 mètres au-dessus de la mer. Ces hautes plaines étaient à l'origine continues au niveau d'un même étage; elles furent plus tard entamées par des érosions, qui creusèrent le sol jusqu'à la roche vive sous-jacente. sillonnant le pays de profondes vallées. Les couches aurifères furent ainsi mises à découvert sur toute l'épaisseur du dépôt et tout le long de ces grandes tranchées naturelles. C'est sur les talus de graviers qui viennent ainsi affleurer au bord supérieur de toutes les vallées, que les exploitations commencent d'ordinaire.

On amène sur le *placer* à exploiter de grandes quantités d'eau, que l'on distribue sur le plateau au moyen d'aqueducs construits à la plus grande hauteur possible. Il faut ensuite ouvrir une galerie dans la roche sous-jacente à l'alluvion et l'établir à un niveau tel, qu'elle passe sous les graviers les plus profonds; elle doit aussi traverser tout le champ d'exploitation.

Cette galerie est destinée à l'écoulement des eaux et des terres; elle doit donc déboucher dans un lieu où l'encombrement des déblais ne puisse se produire.

L'extraction de l'or commence alors. On attaque les sables et les graviers aurifères par un violent jet d'eau que lance un tube métallique mis en communication avec le canal supérieur de distribution. Les terres s'éboulent sous le choc de l'eau et sont entraînées par des conduits spéciaux dans la galerie souterraine, d'où elles sortent dépouillées de la plus grande partie de leur or. Le métal s'est déposé dans des canaux de bois disposés à cet effet dans le tunnel d'écoulement.

Nous empruntons à M. Laur, ingénieur des mines, quelques détails sur un placer où ce mode d'exploitation a pris des proportions vraiment gigantesques. Il est situé dans l'État de Nevada et commence à 30 kilomètres nord-est de Nevada-City. Il forme un plateau grossièrement triangulaire, limité par les deux branches de l'Yuba et le pied de la chaîne centrale de la Nevada.

L'étendue de cette portion d'alluvion aurifère est de 650 kilomètres carrés. Son épaisseur, mesurée sur les bords du plateau, n'est jamais moindre de 20 mètres; au centre de la plaine, cette épaisseur est inconnue; elle n'est probablement pas inférieure à 100 mètres.

Ce placer n'était d'abord exploité que pendant quelques mois de la saison des pluies; l'eau manquait pendant le reste de l'année.

Une compagnie de mineurs français entreprit alors de barrer dans les hautes vallées de la Nevada les eaux de la fonte des neiges, pour les reprendre à la saison sèche et les distribuer sur ces plaines, où partout on voyait de l'or sans pouvoir le recueillir.

Après huit années de persévérants travaux, ce projet fut réalisé. L'*Eureka Lake Water Company* a maintenant douze barrages, grands ou petits, qui retiennent les eaux de l'hiver

dans trois grands lacs et plusieurs hautes vallées de la Sierra Nevada, sur une étendue totale de 1050 hectares. Un canal à



LAVAGE DES ALLUVIONS AURIFÈRES EN CALIFORNIE.

grande section les conduit depuis les montagnes jusque sur les plateaux des mines, où un système de réservoirs et de canaux secondaires complète la distribution.

Le grand canal alimentaire de Main-Ditch a une longueur totale de 113 kilomètres; il compte sur son parcours de nombreux et magnifiques aqueducs, tels que celui de *Magenta* et le *National*, qui n'ont pas moins de 1085 mètres de long, et qui, en certains points, atteignent 41 mètres de hauteur.

Le réseau des canaux secondaires qui, parcourant la plaine, apportent l'eau à toutes les exploitations qui y sont ouvertes, présente un développement total de 284 kilomètres. La quantité d'eau distribuée aux mineurs est d'environ 168 000 mètres cubes par jour.

La Compagnie des lacs vend de l'eau à plusieurs centaines d'exploitations.

Elle a créé de la sorte des rivières permanentes qui, entraînant avec elles les sables des alluvions anciennes, en font des alluvions nouvelles, aussi riches que celles où furent trouvées les premières pépites.

Vous connaissez tous les usages que de nos jours on fait de l'or : des monnaies et des bijoux. La beauté et l'inaltérabilité des objets d'or ont conduit à chercher des procédés qui permissent de communiquer leurs précieuses propriétés à des choses plus volumineuses et à des substances moins coûteuses. De là l'art de la dorure, qu'on réalise aujourd'hui par trois procédés principaux.

Le premier, datant d'une antiquité très haute, et consistant simplement à coller des feuilles d'or sur la surface à métalliser, suppose l'industrie préalable du *batteur*. Celle-ci, partant de lames métalliques aussi minces que peut les procurer le laminoir, les transforme, par une série de martelages entre des feuilles de baudruche, en feuilles dont les dernières ne sont plus que des pellicules si minces qu'il en faut superposer 10 000 pour faire un millimètre. Au temps d'Hérodote, les Indiens faisaient dorer par ce procédé le crâne de leurs pères et s'en servaient comme de vases précieux.

La seconde méthode, dite par *amalgation*, est fondée sur la

solubilité, mentionnée déjà, de l'or dans le mercure. La solution étant étalée comme une peinture à la surface de l'objet qu'on décore, celui-ci, qui doit nécessairement être réfractaire, comme de la porcelaine, du fer, du bronze, etc., est exposé à une chaleur assez forte pour volatiliser le mercure.

Enfin, à une époque relativement récente, et à la suite des découvertes dont l'électrochimie a été l'objet, l'Anglais Elkington et le Français Ruolz sont parvenus à dorer les objets les plus divers par voie galvanoplastique. On sait qu'un bain métallique étant préparé, à l'aide de sels doubles d'or et d'alcali, la matière que l'on veut dorer y est suspendue au pôle négatif d'une pile ; le pôle positif qui plonge également dans le liquide est terminé par une feuille d'or qui constitue une *électrode soluble*.

L'orfèvrerie est un art délicat, et quelques orfèvres ont laissé un nom qui ne s'oubliera jamais. Benvenuto Cellini a été un véritable génie. Parmi les orfèvres français, il faut citer surtout Odiot, qui vivait sous le premier Empire ; Thomas Germain et Auguste sous Louis XVI ; François Briot, Jean Cousin, Étienne de Laulne, qui sont du XVI[e] siècle. Ces derniers rivalisaient avec les fameux artistes italiens, Donatello, Brunellesco, Lorenzo Ghilberti. L'art de la gravure a été inventé par un orfèvre florentin, Maso Finiguerra.

Le moyen âge et les anciens employaient les métaux précieux avec plus de magnificence que nous. On voit encore à Pistoja, à quatre lieues de Florence, dans la cathédrale, un grand retable d'autel en argent doré, dont quelques parties remontent à l'an 1316. En 1339, Jeanne d'Évreux fit présent à l'abbaye de Saint-Denis de la Vierge en or tenant Jésus dans ses bras qu'on voit maintenant au Louvre.

Et en remontant aux premiers âges de la civilisation, le nombre des objets d'or devient vraiment extraordinaire. Pline, Pausanias, Hérodote, Diodore parlent avec admiration des statues colossales que les artistes produisaient avec la

fonte du précieux métal. Sur le haut d'un temple élevé au milieu de Babylone, Sémiramis avait fait placer trois statues d'or massif, représentant Jupiter, Junon et Rhéa. Jupiter avait quarante pieds de haut; Rhéa était assise dans un chariot d'or; elle avait à ses genoux deux lions et à ses côtés deux dragons d'argent. Il y avait devant ces trois divinités une table d'or longue de 40 pieds, large de 15. Sur cette table étaient posées deux urnes, deux cassolettes et trois grandes coupes d'or.

Hérodote dit qu'en Éthiopie les chaînes des prisonniers étaient d'or, le cuivre se trouvant dans cette contrée le plus rare et le plus précieux des métaux.

CHAPITRE II

L'ARGENT

Les minerais d'argent. — La coupellation. — Les mines d'Europe. — Visite au Rammelsberg. — Mode de descente dans les mines du Harz. — L'argent en Amérique. — Histoire de l'État de Nevada. — Le tunnel Sutro.

L'argent partage avec les autres métaux dits précieux la particularité de se montrer à l'*état natif* dans des gisements naturels. Comme l'or et le platine, il affecte la forme de pépites et de paillettes, qu'on n'a qu'à fondre pour en fabriquer des objets quelconques. On le connaît aussi en arborisations métalliques parfois très volumineuses. Cependant, plus accessible que l'or à l'attaque des agents chimiques, l'argent entre dans la constitution de composés plus nombreux que ceux à base d'or. Divers filons, comme ceux du Chili, du Pérou, du Mexique, des États-Unis, renferment le métal sous forme de chlorure, de sulfure, d'antimoniure ou même de composés plus complexes. Dans toutes les parties du monde, en France comme ailleurs, les filons de sulfure de plomb, ou galène, sont imprégnés d'argent, au point que l'extraction du métal précieux, malgré sa complication, ajoute un complément très important au bénéfice procuré par le plomb lui-même.

C'est par *coupellation* qu'on arrive à ce résultat : le plomb étant converti en oxyde (ou litharge) par son grillage à l'air, on le maintient longtemps en fusion dans une *coupelle* de structure poreuse. Peu à peu toute la litharge est absorbée et

il reste un bouton d'argent métallique. Les Grecs et les Romains connaissaient cette opération difficile de la métallurgie, et l'on a découvert dans les antiques exploitations du Laurium des débris de coupelles et d'autres instruments qui ne laissent aucun doute à cet égard.

Il est remarquable que l'inoxydabilité de l'argent, qui rend possible la coupellation, est associée chez ce métal avec une très énergique affinité pour l'oxygène ; mais ce gaz, absorbé par l'argent fondu, s'y maintient à un état qui ressemble à une simple dissolution et qui cesse dès que la température baisse suffisamment. Pour se solidifier, l'argent abandonne l'oxygène, qui, en se dégageant, soulève le métal en forme de petites arborisations : ce phénomène, qui est très intéressant à observer, porte le nom de *rochage*.

A l'état de pureté, l'argent est un métal d'un beau blanc à reflet bleuâtre. Il fond à 1000°. Sa densité varie de 10,1 à 11,1, et sa dureté de 2,5 à 3.

Les mines d'argent actuellement exploitées sont fort nombreuses. Plusieurs contrées de l'Europe en possèdent : l'Espagne, l'Angleterre, la Hongrie. Les célèbres mines de Kongsberg en Norvège, qui sont au nombre de soixante environ, ont été découvertes en 1623. Leur produit total depuis cette époque jusqu'au commencement du XIXe siècle est évalué à la somme de cent millions de francs. Elles sont maintenant à peu près abandonnées.

Nous trouvons dans le *Tour du monde* de curieux détails sur les mines du Harz, où l'argent est associé au plomb :

« Je sortis de l'hôtel, et m'adressant à un jeune garçon, je lui demandai de m'indiquer le chemin des mines. Au bout de vingt minutes de marche, il me laissa au milieu d'un sentier qui traversait une superbe prairie, et, me montrant une maison qui se trouvait à une petite distance de là, il me dit : C'est là « le Rammelsberg ». J'avais lu, dans un *Guide du Harz*, que la végétation était complétement détruite aux en-

virons des mines par les émanations arsenicales, et me trouvant entouré d'un paysage ravissant, je me vis dans une grande perplexité ; à tout hasard, je m'acheminai vers la maison que mon jeune guide m'avait montrée, et qui avait un aspect des plus riants : une haie parfaitement entretenue séparait la



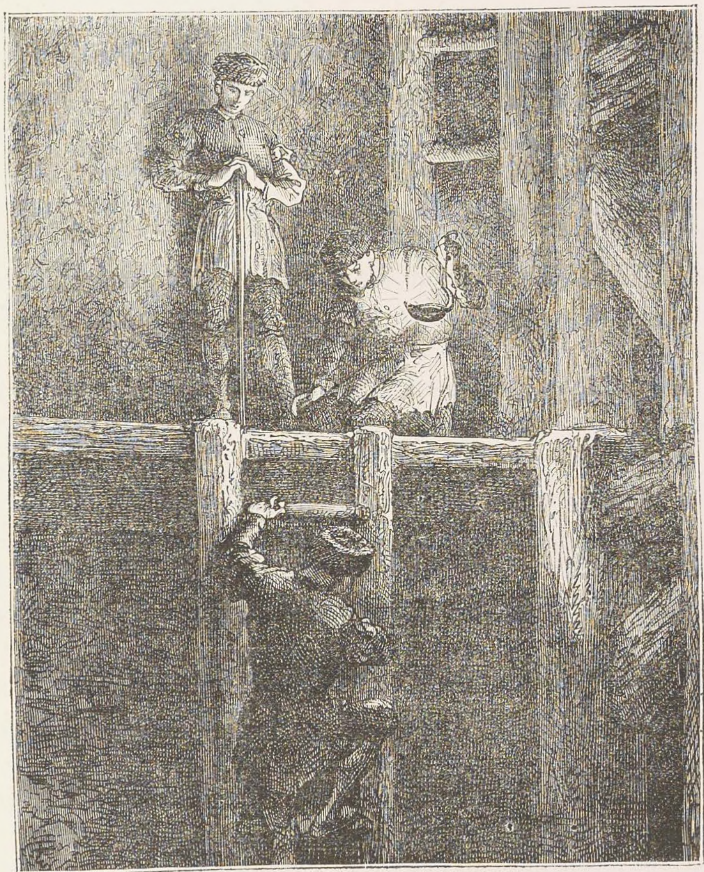
LE RAMMELSBERG.

maison d'un verger plein de gros pommiers couverts de fruits magnifiques et sous lesquels de belles vaches blanches étaient paisiblement couchées. Une porte en bois donnait accès dans un petit jardin dont le chemin principal conduisait à l'habitation, les murs étaient d'une blancheur irréprochable, mais les persiennes vertes étaient d'un ton cru qui hurlait sous les tons rougeâtres des vignes vierges serpentant autour des

fenêtres du premier étage. Ce calme absolu faisait ressembler l'habitation à celle d'un pasteur de village, et ne rappelait en rien l'animation bruyante qui caractérise ordinairement le voisinage de grands travaux industriels. Mon embarras fut plus grand encore quand, au lieu d'une figure de mineur que je m'attendais à voir, ce fut une dame qui m'ouvrit la porte et me pria d'entrer. Je m'excusai de mon mieux en lui débitant en allemand tous les mots de politesse que je connaissais, et je cherchai à lui faire comprendre que j'avais problablement été mal renseigné et que mon intention était de visiter les mines de Rammelsberg. Elle me prit des mains la permission que je m'étais procurée la veille à Goslar, la lut et m'introduisit dans un petit salon où elle me laissa seul. Au bout de dix minutes, elle revint accompagnée d'un mineur qui portait sous le bras le costume traditionnel destiné aux étrangers. Ma toilette terminée, on me fit traverser la cuisine et l'on me conduisit dans une chambre voisine, où une nouvelle surprise m'était réservée. Le mineur alluma sa lampe, ouvrit une trappe donnant sur un puits, descendit le premier et m'invita à le suivre; puis la respectable dame ferma la planchette, en me souhaitant un bon retour.

« Lorsque je regardai sous moi, je vis à une assez grande distance déjà la lumière tremblottante de mon guide, que je suivis machinalement en m'accrochant de mon mieux aux échelles posées droites le long des parois du puits. Cette première impression est très désagréable, l'eau vous tombe en masse sur la tête; les échelons, couverts d'une boue argileuse, semblent glisser sous la main; de temps en temps, le guide crie : « Il n'y a pas de danger, mais tenez-vous ferme! » Ce puits s'arrête à une galerie qui porte la date de 1582; elle est longue de trois mille cinq cent pieds et conduit aux premiers travaux. Le produit du Rammelsberg, qui appartient au Havovre et au Brunswick, est annuellement de 10 à 12 marcs d'or, 4000 marcs d'argent, 6000 quintaux de

plomb, 5000 quintaux de cuivre et 7900 quintaux de vitriol. Cent-quatre-vingt-dix mineurs sont journellement occupés à l'extraction du minerai. Tout cela est très curieux à voir ; il



PUITS AUX ÉCHELLES DANS LES MINES DU HAR.

faut de quatre à cinq heures pour tout visiter en détail. Après être monté, descendu, puis remonté encore, je vis tout à coup, au fond d'une galerie, un point d'une clarté éblouissante. Je crus que j'allais assister à des travaux

exécutés à la lumière électrique, tant à ce moment la galerie fut inondée de lumière : c'était le jour qui venait au travers d'une porte pour laisser passer un wagon chargé. Les travaux à ciel ouvert sont également très intéressants. »

Outre l'argent, dont la production s'élève à plus de deux millions de francs, les mines du Harz donnent encore de la litharge, du plomb, du cuivre, de l'arsenic.

Le minerai se détache au moyen de la poudre, placée dans des trous de la roche. Lorsque le mineur a allumé la mèche, il s'éloigne rapidement et attend l'explosion, en avertissant tous ceux qu'il rencontre. Quand elle a eu lieu, il va ramasser les éclats, séparer les morceaux qui tiennent encore au filon ; puis il met le tout dans des chars, qui sont conduits hors de la mine sur des chemins de fer.

Les mineurs, malgré leurs précautions, sont quelquefois blessés ou tués par les explosions.

Autrefois, dans les mines du Harz, pour l'entrée et la sortie des mines, on disposait, tout simplement, de distance en distance, dans un compartiment spécial du puits, des paliers entre lesquels se plaçaient des échelles, que l'on descendait ou gravissait sur toute la profondeur de la mine. Ce moyen est encore en usage dans beaucoup d'endroits ; et certains puits modernes ont 6 à 700 mètres d'échelles presque verticales. Il faut une heure et demie, matin et soir, avant et après le travail, pour les parcourir.

On a adopté un autre système, bien préférable : Dans un compartiment d'un puits de mine, deux tiges verticales portent des paliers ou des sortes de marchepieds à des intervalles réguliers. Ces deux tiges reçoivent de haut en bas, puis de bas en haut, un mouvement dont l'amplitude est égale à la distance des marchepieds ; elles vont toujours en sens contraire, l'une montant quand l'autre descend. Au moment où les deux tiges s'arrêtent et où deux marchepieds sont en regard, un homme peut très bien passer de l'un sur l'autre,

en se tenant avec les mains à des poignées fixées pour cet usage. On comprend que s'il change ainsi de côté, chaque fois que les deux marchepieds s'arrêtent vis-à-vis l'un de l'autre, quittant la tige qui vient de monter et qui va redescendre, pour celle qui vient de descendre et qui va remonter, il pourra s'élever constamment depuis le fond jusqu'au haut du puits.

C'est l'Amérique qui fournit le plus d'argent au monde. Le Mexique renferme plus de 3000 exploitations, qui sont établies sur 5000 filons ou amas de minerais d'argent. Le Pérou, le Chili, la République Argentine (si bien nommée) sont aussi extrêmement fertiles en argent.

Mais l'ouest des États-Unis est, pour l'argent, comme pour l'or, la mine pour ainsi dire inépuisable. Qu'on en juge par quelques faits. En 1876, les actions des Compagnies minières montaient de 60 à 750 dollars (de 250 à 3750 francs.) A côté de la grande mine d'argent connue sous le nom de Comstock, on venait de découvrir, à une profondeur de 600 mètres, une masse énorme de minerai argentifère. La trouvaille était évaluée à plus de 2 milliards de francs.

Nous trouvons dans un excellent mémoire de M. Laur de bien intéressants détails sur la découverte des mines d'argent de la Nevada, et sur ces pays qui, si actifs aujourd'hui, n'étaient que des déserts avant 1858. Nous en donnons le résumé.

Dans le courant de l'été de 1858, une compagnie de mineurs français et canadiens, partie de Californie, passa la Sierra Nevada sur l'indication donnée par des Mexicains qu'au delà de ces montagnes il y avait encore de l'or, que les terrains y étaient inoccupés et que les alluvions des ravines y payaient de très bonnes journées.

Ces mineurs arrivèrent dans la vallée de Carson, à John Town, petit centre de population de race blanche, fondé en 1849 par des Mormons, puis abandonné par eux en 1855.

Les premiers colons de ces contrées désertes y étaient venus

des Montagnes Rocheuses, à travers les grandes plaines de l'Utah. Ils avaient découvert l'or dans les ravines voisines du versant oriental de la Nevada et l'exploitaient activement, lorsqu'ils furent rappelés à la défense de leur camp central sur les bords du Grand Lac-Salé.

Ce qu'ils laissaient dans les placers n'était, du reste, pas riche; aussi les nouveaux venus allèrent-ils plus loin vers le nord. Ils arrivèrent ainsi à une ravine nommée depuis le Sin-Miles-Canon, où ils trouvèrent de l'or en bien plus grande abondance. Ils suivirent la gorge, en lavant les alluvions, et ils atteignirent ainsi un plateau élevé où ils retiraient 150 à 170 francs par tête et par jour.

Leur travail prolongé en ce lieu mit bientôt à découvert un filon de quartz dont la roche, visiblement pénétrée d'or, renfermait encore des sulfures noirs métalliques, dont la nature resta inconnue aux mineurs jusqu'à ce que le printemps de 1859 dégageât, à la fonte des neiges, les cols de passage des montagnes.

Les minerais purent alors être déterminés: c'étaient des sulfures d'argent mêlés d'or, rendant de 30 à 35000 francs par tonne sur les échantillons analysés.

Cette nouvelle que l'on avait découvert de riches minerais d'argent au delà de la Nevada se répandit aussitôt dans toute la Californie, et de tous côtés on partit pour l'autre versant des montagnes, chacun voulant sa part de ces collines, sous lesquelles passaient, disait-on, d'épaisses couches d'argent natif.

Mais dès le mois de novembre les neiges couvrent la Nevada; tous les passages deviennent à cette époque impraticables : 500 personnes à peine avaient pu franchir la chaîne et venir prendre possession du terrain tout autour du camp des premiers mineurs.

On était alors dans l'hiver 1859-60. Le froid fut des plus rigoureux; la neige couvrit longtemps le sol; tout travail était impossible; on campait sous de mauvaises toiles; la farine se



VUE DE SILVER-CITY (LA VILLE DE L'ARGENT)

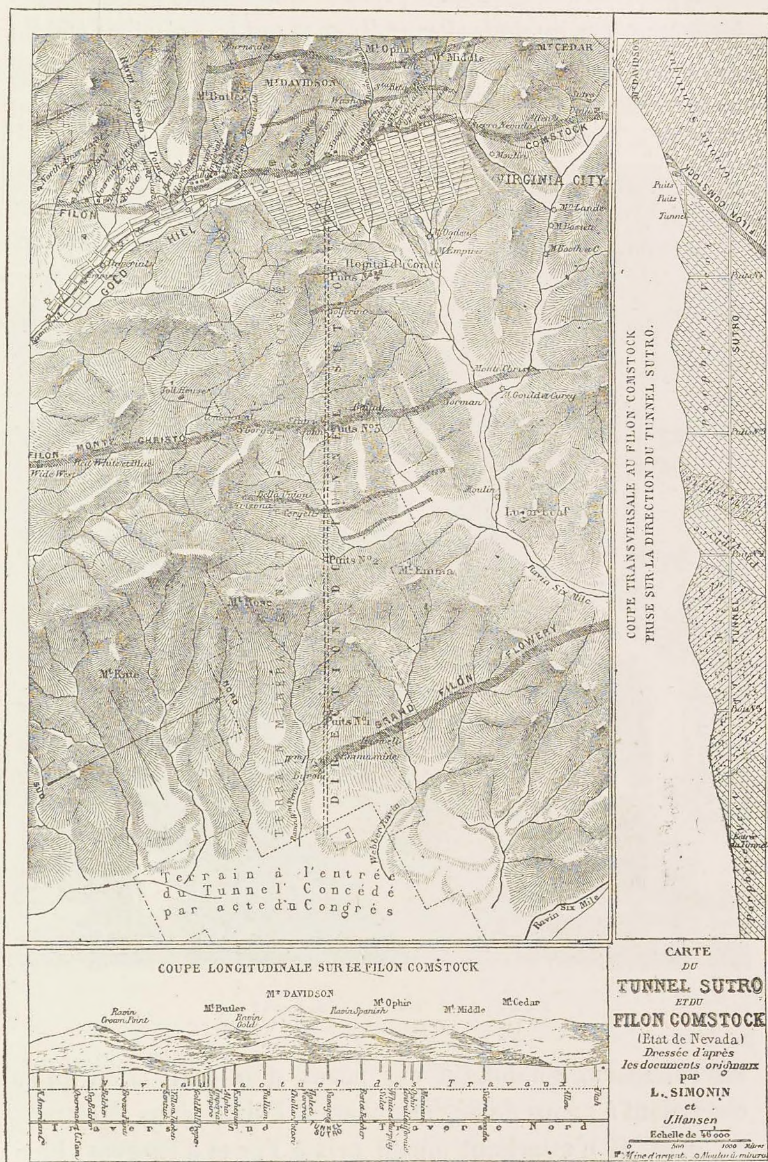
vendait 6 fr. 20 le kilogramme; le foin pour les bêtes de somme 3600 francs la tonne. On dut attendre la belle saison dans de fort rudes conditions.

Au printemps, plus de 10 000 personnes arrivèrent. De tous côtés s'ouvraient des puits et des galeries de mines.

Les espérances, qui pourtant étaient grandes, ne furent pas déçues.

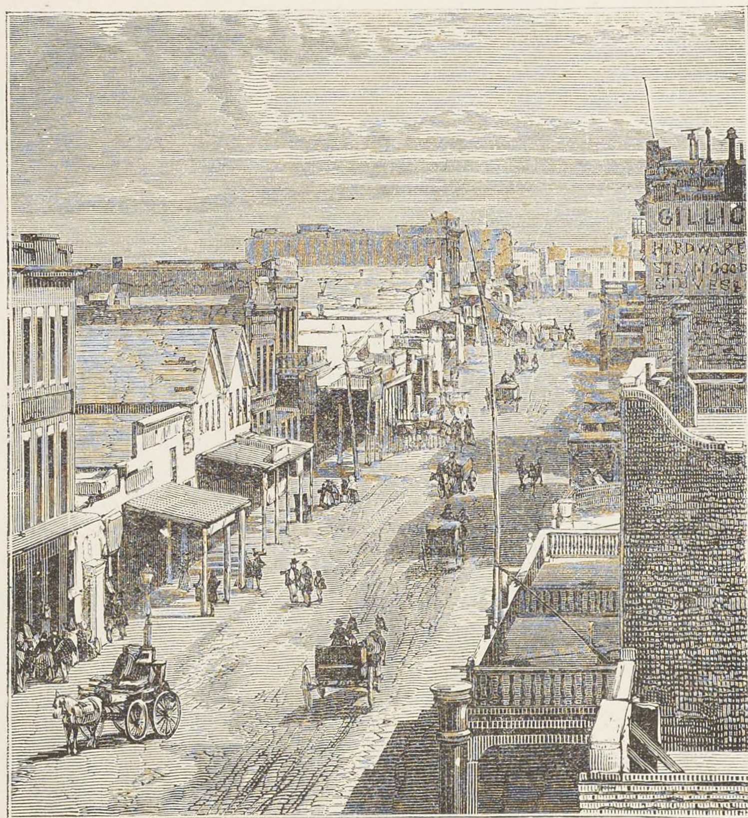
Le premier filon découvert, le *Comstock load*, avait été reconnu sur 150 mètres en direction, et, sur toute cette étendue, la veine produisait en abondance ces mêmes minerais d'or et d'argent qu'on vendait à San Francisco 10 et 12 000 francs la tonne pour être expédiés aux fonderies d'Europe. A 3 kilomètres vers le sud, une colline de quartz, la Colline d'Or (Gold-Hill), était couverte à son pied d'un dépôt de terre qui lavée au rocker, produisit 4 à 500 francs d'or par homme et par jour. Et dans la vallée où depuis l'on a bâti *Silver-City* (la ville d'argent), on connaissait plusieurs centaines de filons qui, dès leur affleurement, montraient l'or mêlé avec l'argent.

Tout le terrain environnant Virginia et Gold-Hill avait été bientôt occupé. Les régions inexplorées devenaient de plus en plus éloignées; tous les jours on voyait partir de Virginia, la ville qui se bâtissait à proximité du Comstock, des caravanes de mineurs, organisées pour de longs voyages à la recherche de l'or et de l'argent au milieu des déserts qui s'étendent vers l'est. Dès le mois d'août 1860, on annoncait que l'argent avait été découvert à Pyramid Lake, 40° 20′ latitude N. et 119° 40′ longitude O.; dans les vallées du Walker River, sur les bords du lac Mono, sur le territoire des Indiens Pah-Utaho, et aussi dans les régions de Oweno Lake, 36° 30′ latitude N. et 118° longitude N. Ainsi, en moins d'une année, cette région de l'Utah occidental, jusqu'alors déserte et inconnue, avait été explorée sur une étendue de 320 kilomètres environ du sud au nord et 80 de l'est à l'ouest.



Gravé chez Erhard.

Et pourtant, ce pays était presque inhabitable pour l'Indien lui-même. Les quelques Peaux-Rouges qui y végétaient étaient des plus misérables, vivant de racines, de graines, d'herbages, de moucherons pris sur les bas-fonds de boue où se perdent



UNE RUE DE VIRGINIA-CITY.

les ruisseaux, s'habillant des peaux d'un petit lapin qu'ils chassaient à coups de flèches, passant l'hiver dans des trous en terre, et n'attachant aucun prix à l'or et à l'argent; bien différents, en cela, des autres races aborigènes de la Cordillère des Andes.

Avant la découverte de l'or en Californie, de hardis pionniers avaient cependant franchi ces hautes plaines, mais sans s'y arrêter, attirés par le beau climat et la terre fertile de l'Ouest. Plus tard, ce fut encore la route des émigrants qui allaient chercher fortune dans les placers. Tous les ans, de nombreuses familles quittaient les plaines du Missouri et, chassant devant elles de grands troupeaux de bétail, traversaient les montagnes. Elles marchaient ainsi sept à huit mois, menacées de famine si elles s'égaraient, de pillage et de mort si elles se laissaient surprendre par les Indiens. Le plus grand nombre des animaux restaient toujours en route, quelquefois la caravane périssait dans les sables.

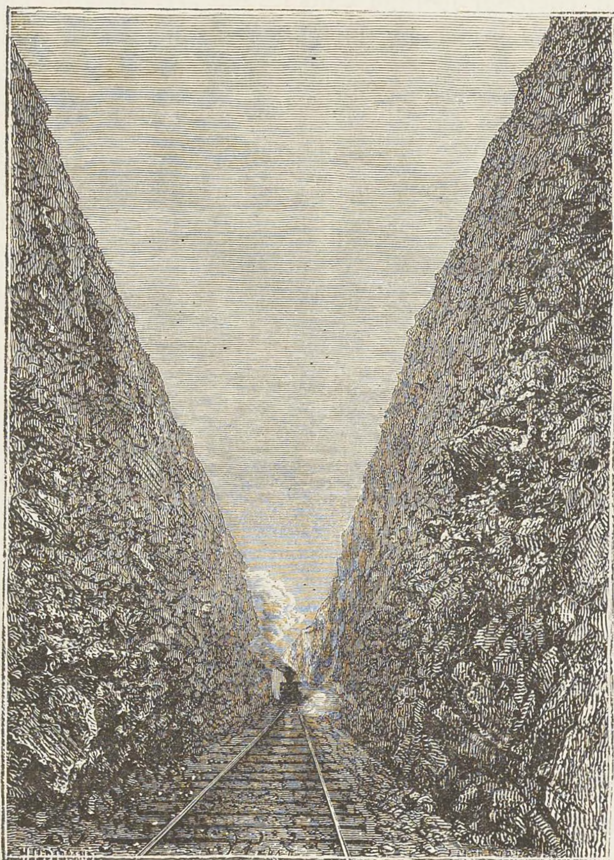
Rien, en effet, de moins favorable à toute créature vivante que ce vaste plateau, formé sur sa plus grande surface de plaines de sables au milieu desquelles surgissent des îlots de montagnes en général peu étendues et peu élevées.

Ces plaines se prolongent à plus de 1500 kilomètres vers l'est, jusqu'aux Montagnes Rocheuses; elles forment entre la Sierra Nevada à l'ouest, les montagnes du Colorado, du Humboldt River au sud et au nord, et celles du Grand Lac-Salé vers l'est, un grand bassin central dont les eaux, sans issue vers les mers, se rassemblent dans un très grand nombre de lacs intérieurs.

Les roches des montagnes appartiennent le plus souvent à la formation volcanique. Elles ont apparu successivement. Les plus récentes sont vitreuses, scoriacées, accompagnées d'immenses dépôts de ponces et de cendres; les plus anciennes sont des basaltes compacts et sonores. Ces terrains volcaniques sont presque toujours sans eau et sans végétation.

Les sables mobiles des plaines où ne croissent que quelques sauges sauvages, sont le plus souvent pénétrés d'eaux alcalines, dont les sels viennent à la saison sèche cristalliser à la surface du sol et lui donner de loin l'apparence de prairies couvertes de givre.

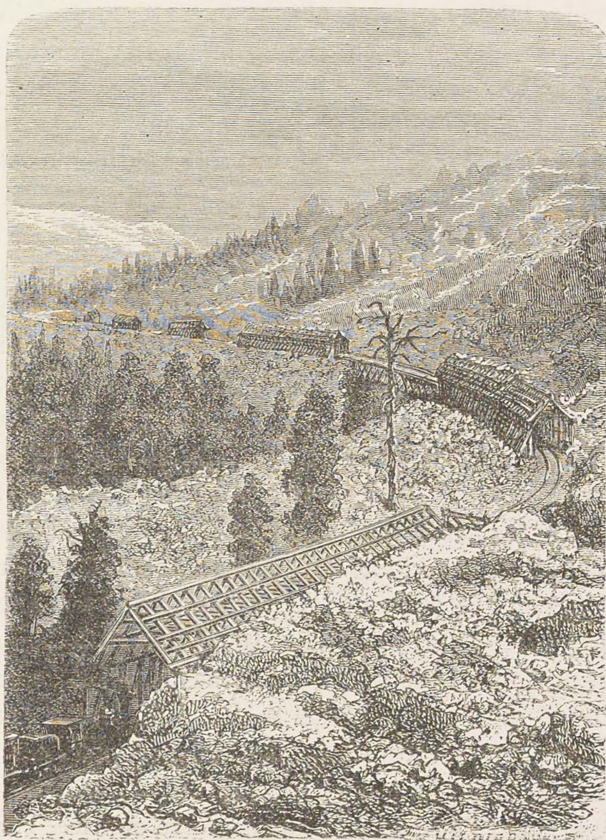
Le climat est extrême. Pendant l'été, le ciel étant presque toujours sans nuages, les sables s'échauffent fortement, l'air devient d'une très grande sécheresse, la température dépasse



LA TRANCHÉE DE BLOOMER, PRÈS D'AUBURN (CALIFORNIE).

presque toujours 37°. Mais si les vents du nord-est, ce qui est assez fréquent, soufflent avec violence, un nuage de poussière alcaline se lève sur les plaines, de cendres volcaniques sur les montagnes. Et si la tempête se prolonge, ces matières

ténues sont portees à une grande hauteur, l'atmosphère s'obscurcit et devient suffocante. Pendant l'hiver, ces mêmes vents amènent des froids très rigoureux. Les neiges, comme nous



VUE DES ABRIS CONTRE LA NEIGE SUR LE CHEMIN DE FER TRANSCONTINENTAL, DANS LA SIERRA-NEVADA.

l'avons vu, apparaissent de bonne heure et couvrent les plateaux jusqu'à la fin de mai environ. Tout travail à l'extérieur reste impossible pendant quatre à cinq mois.

C'est dans cette région que la découverte de l'argent avait

amené les hommes courageux et industrieux qui en moins de deux ans bâtirent trois villes renfermant ensemble 3500 habitants environ et, largement approvisionnées pour la vie et pour le travail, ouvrirent à grands frais une route à travers la Nevada, relièrent le nouvel État au centre de la Californie par la poste et le télégraphe, et fondèrent 12 usines à vapeur traitant les minerais d'or et d'argent. En moins de deux ans ! Et pendant qu'ils exploitaient leurs mines !

Aujourd'hui le chemin de fer transcontinental dépose assez près de Virginia-City les voyageurs qui se rendent aux mines d'argent.

Parmi les travaux les plus extraordinaires auxquels ait donné lieu l'exploitation des mines dans cette région du globe, il faut faire une place à part à l'immense *tunnel de Sutro*. Il s'agit d'une galerie destinée à ménager un écoulement aux eaux qui tendent à envahir les puits et les galeries de mines, et qui si souvent ont contraint les mineurs à abandonner les travaux. Pour trouver aux eaux une issue, située au-dessous des points les plus bas atteints par les forages, il a fallu donner au tunnel une longueur de plus de 40 kilomètres. On peut s'étonner qu'on ne recule pas devant les immenses frais nécessités par une pareille entreprise ; mais la Compagnie Sutro fait de plusieurs façons d'énormes bénéfices : elle prélève un droit fixe par tonne de minerai extrait dans les mines qu'elle assèche ; elle jouit de la propriété des filons dont le percement du tunnel a amené la découverte ; enfin, elle vend, pour l'irrigation et comme force motrice, l'eau qui sort de la galerie.

Le succès du tunnel Sutro a déterminé les exploitants des mines de lignite de Fuveau (Bouches-du-Rhône) à se débarrasser des eaux qui les gênent par une galerie analogue, quoique beaucoup plus courte (une dizaine de kilomètres), et qui débouchera dans la mer.

CHAPITRE III

LE PLATINE

Caractères du platine. — Don Antonio de Ulloa. — Le traitement métallurgique du platine. — Ses usages et sa valeur.

Le platine se trouve sous la forme de grains plus ou moins fins, qui varient depuis la grosseur de la poudre de chasse jusqu'à celle de la graine de chanvre. Quand ils dépassent ce volume, ce qui est assez rare, ils prennent le nom de *pépites*.

Le platine natif n'est jamais parfaitement pur; il contient toujours environ 20 pour 100 de minéraux étrangers, tels que le fer, le rhodium, l'iridium, le palladium, l'osmium et le cuivre.

A l'état de pureté, il est d'un gris d'acier, approchant du blanc d'argent; il est très brillant, très ductile et très malléable; il a des qualités que nul autre métal ne possède au même degré, comme d'être inaltérable, et de résister, sans fondre, au feu le plus violent de nos fourneaux; sa densité est considérable : 22 fois plus forte que celle de l'eau pure; c'est le moins dilatable des métaux. On le lime et on le taille par les taillants aciérés et trempés. Sa malléabilité et sa ténacité lui permettent de se laisser laminer et tirer à la filière. Un fil de 2 millimètres de diamètre supporte, sans se rompre, un poids de 125 kilogrammes.

Le platine natif fut découvert en 1735 par don Antonio de Ulloa, géomètre espagnol, qui accompagnait des astronomes français au Pérou, et qui publia la relation de son voyage en

1748. C'est dans ce livre que se trouve la première indication de minerais de platine qui gisaient dans une profonde et vaste plaine du Choco, à la Nouvelle-Grenade, au milieu des Andes, à quelques degrés au nord de l'équateur.

La région platinifère est un terrain d'alluvion aurifère, qui occupe une surface de six cents lieues carrées.

Pendant bien longtemps, il avait été rejeté sous le nom *d'or blanc*, et il ne paraît avoir reçu le nom de *platine*, diminutif de *plata*, argent, qu'à l'époque où les Espagnols commencèrent à en fabriquer quelques objets de curiosité.

On trouve aussi du platine au Brésil, à Saint-Domingue et dans l'Oural.

C'est notre compatriote le chimiste Vauquelin qui s'occupa l'un des premiers des moyens de traiter le platine. Grâce à ses travaux, on put employer la méthode suivante, qui n'est pas toutefois sans danger. Le platine se fond assez facilement quand on l'allie avec une certaine dose d'oxyde blanc d'arsenic; on le coule en lingots peu épais; et on peut ensuite le purifier par une longue torréfaction qui fait volatiliser l'arsenic, tandis que le platine reste en état d'être forgé et travaillé de diverses manières.

Suivant un procédé employé pendant de longues années, le minerai, après avoir été débarrassé des matières auxquelles il était mêlé, est dissous dans l'eau régale. Quand la dissolution est complète, on verse sur le mélange du chlorhydrate d'ammoniaque : il se fait aussitôt un précipité qui, recueilli, lavé et calciné, constitue ce qu'on appelle le platine en *éponge*. Cette matière est ensuite broyée en poudre fine, dont on fait une pâte avec un peu d'eau. On place cette pâte dans un moule ou cylindre à piston pour la comprimer graduellement; l'eau est forcée de suinter, et la masse acquiert peu à peu de la cohésion. On obtient ainsi un gâteau assez solide qu'on soumet à l'action de la chaleur, puis qu'on martèle légèrement sur une enclume; on chauffe plusieurs fois de

suite au rouge blanc, et à chaque fois on augmente l'intensité des coups de marteau jusqu'à ce que l'agrégation métallique soit complète. Après cette dernière opération, le platine peut être forgé, laminé ou réduit en fils.

Dans ces dernieres années, la métallurgie du platine a été véritablement révolutionnée par l'emploi du chalumeau à gaz oxyhydrogène. Grâce à la très haute température développée par cet appareil, le platine a pu être fondu, à peu près comme l'acier, et ses applications sont devenues extrêmement nombreuses.

Le platine est le métal le plus précieux pour les travaux de physique et de chimie, car il résiste à l'action du feu et des acides. On en fait des cornues, des creusets, des capsules, des tubes, des alambics, des bassins évaporatoires, la pointe des paratonnerres. En Russie on en fait de la monnaie. La constance de son poli permet de l'employer avec avantage pour la construction des miroirs de télescopes à réflexion. Comme il est le moins dilatable de tous les métaux, il est éminemment utile pour la fabrication des instruments de précision, et l'on sait que l'étalon du mètre déposé à l'Observatoire de Paris est en platine. On a essayé de l'employer dans la bijouterie; mais, comme il est plus cher et moins beau que l'argent, cette application n'a pas réussi. Cependant, si l'on couvre de la porcelaine avec du platine à l'état d'oxyde, elle prend une apparence parfaitement métallique, qui demeure inaltérable.

Quelques objets de platine méritent d'être signalés. Telle est la médaille à l'effigie du premier consul, qui fut frappée par 2000 coups de balancier et présentée à l'Institut, en 1799, par Duvivier, graveur des monnaies de la République, et le vase de platine, fabriqué d'une seule pièce, d'une contenance de 200 litres.

Ce beau métal rendrait de plus nombreux services encore s'il n'était pas si cher. Malheureusement, il vaut environ 4 fois plus que l'argent. Un alambic de platine coûte jusqu'à 25 000 francs.

CHAPITRE IV

LE MERCURE

Caractères du mercure. — Le cinabre. — Almaden d'Espagne. — Idria. — Découverte de New Almaden de Californie. — Les nouvelles mines : leur richesse. — Influence délétère du mercure. — Usages du mercure · l'amalgamation, le vermillon, les appareils de physique.

Le mercure natif ne se recueille jamais qu'en petite quantité, et ne se rencontre qu'accidentellement dans les mines, où il paraît être le produit de la décomposition du *cinabre* ou sulfure rouge de mercure, qui est le minerai le plus abondant et le seul exploitable. Il est alors en petites gouttelettes, adhérentes aux minerais, de l'intérieur desquels il semble suinter, et quelquefois ces gouttelettes se rassemblent en petites masses fluides dans les cavités de la roche.

Le mercure est un métal blanc, liquide à la température ordinaire, et ayant alors une densité de 13,596. Il se solidifie à une température de 40 degrés au-dessous de zéro, et devient un corps malléable, blanc et brillant, ressemblant beaucoup à de l'argent. Si dans cet état on le prend avec la main, on éprouve une sensation douloureuse, semblable à celle que cause une brûlure. Il bout à 350°, et se volatilise complètement. Il a la propriété de dissoudre l'or et l'argent.

Le cinabre pur est d'une belle couleur rouge; sa poussière est très pesante. Il se compose de 86 parties de mercure et de 14 de soufre.

Le mercure sulfuré se trouve tantôt en filons ou en veines

dans les terrains de cristallisation ou dans les terrains de transition, tantôt disséminé dans la partie moyenne des terrains secondaires. Il se présente ordinairement en masses granulaires ou compactes, quelquefois à l'état terreux ou pulvérulent. Les gîtes les plus importants exploités en Europe sont ceux d'Almaden en Espagne et d'Idria en Carniole. Ce sont ces mines qui jusqu'à une époque très récente fournissaient tout le mercure au commerce.

L'Amérique, qui pour le traitement de ses minerais d'argent a besoin d'une immense quantité de mercure, en tirait un million de kilogrammes d'Almaden au prix de 10 fr. le kilogramme. Le sort de toutes les riches exploitations de la Cordillère des Andes dépendait du sort de l'Andalousie, ou des exigences du vendeur privilégié de ses produits. On juge de la révolution qui se fit lorsque, en 1845, au cœur même de la Californie, dans les montagnes du Coast Range, entre le Pacifique et la vallée du San Joaquin, au sud de la baie de San Francisco, un Espagnol, colon de la vallée de San José, don Andrès Castillero, trouva ou plutôt retrouva la mine qui prit le nom de Santa Clàra.

Elle avait, en effet, été connue, ainsi que plusieurs autres, par les Indiens, qui les exploitaient bien avant l'arrivée des Espagnols. Le cinabre a toujours été avidement recherché de ces races primitives, à cause de sa vive couleur : les peuplades actuelles des hautes Cordillères l'estiment encore au prix de l'or, et s'en servent pour se colorer le visage, les jours de fête ou de combat. L'ancienneté et l'étendue du travail des Indiens sur les mines de Californie ont d'ailleurs été démontrées par la découverte d'ossements humains pris sous des éboulements à une profondeur de 50 mètres, et trouvés avec des marteaux et des ciseaux de pierre, des piques et des leviers de bois dur.

L'exploitation fut commencée sans retard par don Andrès Castillero : les minerais étaient d'une extrême richesse, ren-

dant par places jusqu'à 60 p. 100 de mercure liquide; mais les premiers mineurs manquaient de moyens de travail; on distillait le cinabre dans de vieux canons de fusil, et la production arrivait à peine à quelques quintaux par année. L'Espagnol vendit sa mine à une puissante maison mexicaine qui, après un long procès avec le gouvernement des États-Unis, poussa activement les travaux et exploita une quantité considérable de mercure. En même temps, d'autres mines s'ouvrirent, et il existe aujourd'hui en Californie quatre centres de production de mercure : New Almaden (Santa-Clara), New Idria, Enriqueta et Guadalupe.

« Jamais, dit M. Laur dans un travail sur la production des métaux précieux en Californie, jamais exploitation aussi délétère et aussi redoutée que celle du mercure ne fut placée dans une contrée aussi belle, sous un plus doux climat. Les plaines de San Mateo et de Santa Clara, qui, vers l'ouest, touchent aux collines à cinabre, vers l'est baignent dans la baie de San Francisco, sont le jardin de la Californie. Les bois de cèdres et de chênes verts en couvrent les parties hautes; les prairies, les champs de céréales, les plantations de vignes, d'oliviers, de fruits de toutes sortes, s'étendent à de grandes distances autour des villes de San José et de Santa Clara. Ce sol, jusqu'ici vierge de culture, est d'une fertilité très grande; les fruits y atteignent des proportions rares en Europe; le terrain semé d'orge y produit 36 hectolitres et demi de grain par hectare, et tel est le rendement du froment, que les cultivateurs de ces champs lointains ont pu, dans ces derniers temps, vendre leurs récoltes sur les marchés de Londres et de Liverpool.

» De si heureuses conditions de situation auront certainement une grande influence sur l'avenir des exploitations de mercure. La population mêlera le travail des champs à celui des mines; l'ouvrier, dont la santé dépérit vite au contact du mercure et de ses émanations, pourra plus longtemps con-

server ses forces; la main-d'œuvre ne fera jamais défaut dans les mines, et son prix peu à peu se rapprochera du salaire de l'ouvrier des campagnes. »

Il est bon, en effet, que les ouvriers des mines de mercure suivent un régime propre à contrebalancer les inconvénients de leur travail, qui sont graves. Ils deviennent sujets à des salivations, à des tremblements qui ne disparaissent qu'au bout de cinq à six mois de travail. Quand ils transvasent le mercure, ils éprouvent une espèce d'enivrement, produit par l'éclat de la lame liquide sur la rétine. Aussi, autrefois, dans les mines européennes, étaient-ce les condamnés qu'on employait.

Naturellement, les ouvriers libres de nos jours ne consentent à s'exposer dans ces milieux délétères qu'à la condition de recevoir des salaires élevés. Au début de l'exploitation de New-Almaden, on les payait 50 et 60 francs par jour, et encore n'était-il pas facile de les retenir auprès des fours à mercure. Mais depuis, les appareils s'étant considérablement améliorés, et le mercure faisant moins de ravages, les travailleurs aux postes les plus dangereux ne reçoivent plus qu'une trentaine de francs par journée de huit heures.

Le gisement de New-Almaden est un filon très irrégulier dans son épaisseur, rempli de calcite, de fer carbonaté, de quartz agate, de pyrite de fer et de cuivre. Sur tout son parcours le filon forme une série de grands renflements reliés par des passages étranglés. Ces renflements sont remplis d'amas de cinabre d'une extrême richesse. Ainsi au fond des travaux, dans le *Labor de l'Ardilla*, l'exploitation d'une de ces masses avait produit une excavation large de 12 mètres, longue de 40, et ayant 20 mètres de haut.

La production mensuelle à New-Almaden est de 2000 bouteilles (la bouteille ou flasque étant de 76 livres et demie). Les mines voisines, New-Idria, Enriqueta et Guadalupe, produisent à peu près autant toutes ensemble. Des

50 000 flasques par an que fournit la Californie, 12 000 sont expédiées en Chine, 1000 au Mexique et dans l'Amérique du Sud, et le reste dans les territoires et les divers États de l'Union. Le Mexique et la Chine sont les points extrêmes où se rencontrent et se font une concurrence à mort le mercure de Californie et celui d'Espagne. Celui de Californie a chassé le mercure d'Espagne de Chine et celui-ci dispute vivement le Mexique au mercure de la Californie. En Chine, on se sert du mercure pour fabriquer le vermillon, cette belle couleur rouge dont les Chinois sont si grands amateurs, et qu'ils prodiguent dans leurs peintures et leurs porcelaines. Aux États-Unis et dans l'Amérique espagnole, le métal liquide est surtout employé au traitement des minerais d'or et d'argent par voie d'*amalgamation*.

On pulvérise ces minerais et on les mêle au mercure, qui forme un amalgame avec les particules d'or ou d'argent qu'ils contiennent. On soumet ensuite la masse pâteuse à un lavage qui entraîne les parties terreuses, de sorte qu'il ne reste plus que l'amalgame, beaucoup plus pesant. On le distille; le mercure se volatilise, et le métal précieux reste libre.

Pour extraire le mercure du cinabre, on grille d'abord celui-ci; le soufre se convertit en acide sulfurique; puis, en chauffant convenablement le résidu dans des appareils distillatoires, le mercure se sublime, et les vapeurs métalliques, conduites dans des récipients, s'y refroidissent et s'y condensent à l'état liquide. Quelquefois on mélange le minerai avec de la chaux éteinte et l'on distille dans des cornues de fonte : la chaux s'empare du soufre, et le mercure, devenu libre, se vaporise pour se condenser dans un récipient froid.

Outre les usages que nous avons déjà mentionnés, le mercure sert encore à la construction des baromètres et des thermomètres. Uni à l'étain, il constitue le *tain* dont on étame les glaces.

CHAPITRE V

L'ÉTAIN

Caractères de l'étain. — La cassitérite. — L'étain d'Angleterre. — Mine sous-marine de Penzance. — L'étain des Indes. — Les îles Cassitérides. — Nombreux usages de l'étain.

L'étain pur est presque aussi blanc et aussi brillant que l'argent; mais il présente l'inconvénient de se ternir promptement. C'est le plus léger des métaux usuels, car sa densité n'est que de 7,2. Il est peu dur, et fond aisément à 228°, mais se volatilise avec difficulté. Il développe par le frottement une odeur caractéristique, et fait entendre, quand on le ploie, le bruit désigné sous le nom de *cri de l'étain*.

On pourrait, à première vue, le confondre avec le plomb et le zinc. C'est leur dureté respective qui permet à coup sûr de distinguer ces différents corps.

L'ongle attaque le plomb.

L'étain se laisse pénétrer par une épingle, et résiste à l'ongle.

Le zinc résiste à l'épingle.

On peut faire avec de l'étain des feuilles très minces; mais il est fort peu tenace.

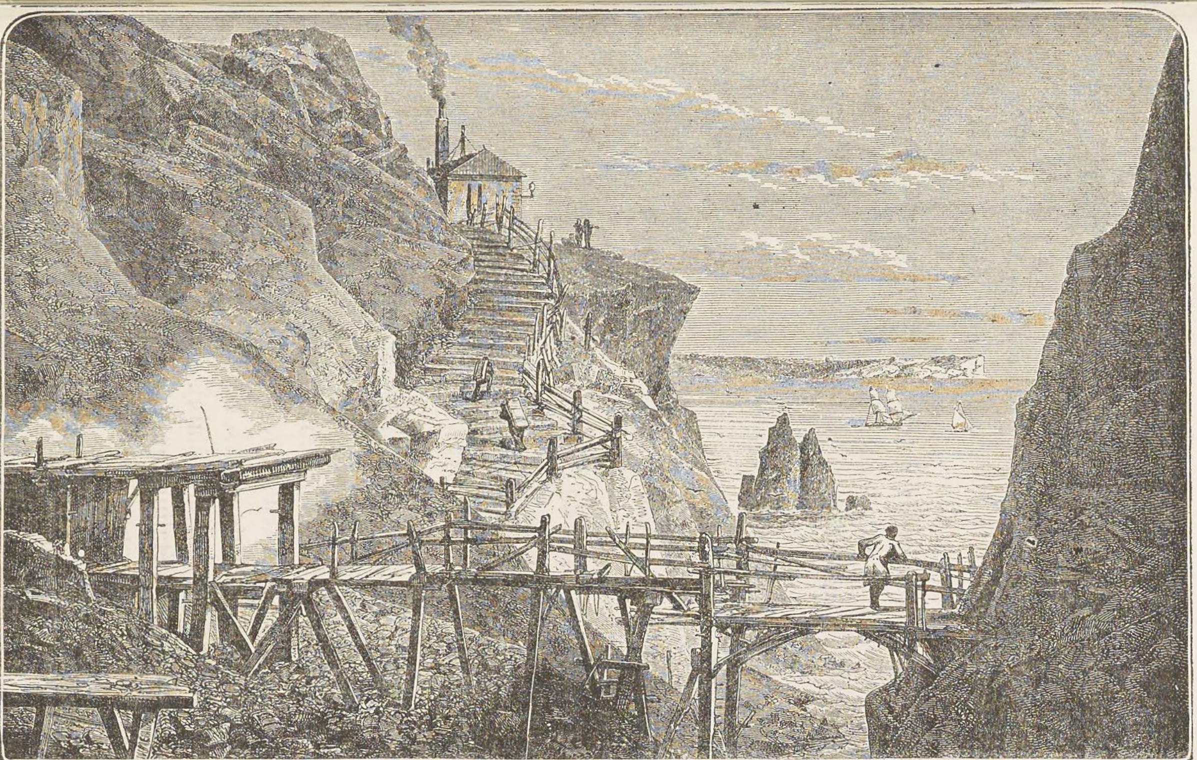
C'est de la *cassitérite* ou oxyde d'étain qu'on le retire. La cassitérite est une substance ordinairement brune, quelquefois grise ou blanchâtre, et assez dure pour faire feu sous le choc du briquet. Elle cristallise sous diverses formes, et offre dans sa composition jusqu'à 79 pour 100 de métal.

L'Angleterre et les Indes possèdent les mines qui nous fournissent presque tout notre étain.



UN PUITS INTÉRIEUR DANS LES MINES D'ÉTAIN DU CORNOUAILLES.

Les mines d'Angleterre sont situées dans le Cornouailles. Plusieurs s'exploitent à ciel ouvert, et d'autres par des



MINE DE PENZANCE OU L'ÉTAIN EST EXPLOITÉ SOUS LA MER.

travaux souterrains qui s'étendent sous la mer. L'une d'elles, celle de Penzance, a son entrée au milieu même des flots, par une espèce de tour qui a été construite à marée basse et qui est entourée à marée haute de six mètres d'eau. Les jours de grande tempête, le bruit dans les galeries sous-marines est si terrible, que les mineurs quelquefois s'enfuient épouvantés.

L'étain de Cornouailles, que nos ouvriers appellent étain de Corneille, est livré au commerce avec 4 pour 100 de plomb, sous forme de gros lingots ou de baguettes. C'est le moins estimé.

Les mines de l'Inde donnent l'*étain de Malacca*, qui est le plus pur, et qui se coule dans des moules en forme d'écritoire ; et l'*étain de Banca*, qui se fait remarquer par sa blancheur et par les ébauches de cristaux que l'on distingue dans la cassure.

Il y a encore en Asie de l'étain à Sumatra, à Ceylan, dans les royaumes de Siam et de Pégu, en Chine. Les mines de Sumatra sont ouvertes près de Palimbam, sur le rivage oriental. On les regarde comme étant le prolongement des riches filons ou couches de Banca.

Les anciens, qui employaient l'étain dans la fabrication de leurs bronzes, le tiraient surtout de l'Inde ; mais on est fondé à croire que les Phéniciens en avaient des dépôts dans plusieurs îles d'Europe, telles que les Sorlingues, qui sont probablement les anciennes îles Cassitérides (ainsi nommées d'un mot grec qui veut dire étain).

Le traitement métallurgique de l'oxyde d'étain est assez simple. On fait un premier grillage qui rend le minerai plus facile à broyer et le purge du soufre et de l'arsenic qui peuvent lui être associés. Puis on le bocarde et on le lave. Enfin on le regrille à plusieurs reprises, et on le fond au contact du charbon.

Les Chinois ont, dit-on, l'art de durcir l'étain, en faisant

séjourner les vases qui en sont formés dans un mélange où entre le sel, et que l'on chauffe modérément.

Les usages de l'étain sont nombreux; son alliage avec le cuivre forme cette superbe substance qui s'appelle le *bronze*.

Mélangé au mercure, nous l'avons vu, il étame les glaces. Fondu avec une addition d'antimoine, il donne au fer qu'il recouvre l'éclat dont il jouit lui-même, et ce fer s'appelle le *fer-blanc*. L'étain combiné avec le soufre d'une manière artificielle produit l'*or mussif*, qui sert à bronzer les figures de plâtre ou de bois. Ce même or mussif augmente très sensiblement l'énergie des machines électriques quand on en couvre les coussins. L'oxyde d'étain entre dans la composition des émaux blancs et des verres destinés à imiter les pierres fines, telles que l'opale, le girasol. Enfin, plusieurs préparations d'étain servent dans l'art de teindre en rouge et surtout en écarlate.

La vaisselle d'étain est encore en honneur dans les campagnes et s'entretient facilement en très bon état. Dans les châlets de Suisse et de Normandie, elle constituait, il y a peu d'années encore, une importante partie du mobilier.

Les feuilles d'étain servent à envelopper les substances qui, comme le chocolat, craignent l'humidité. On les colle aussi sur des objets variés pour en agrémenter la surface, et c'est une découverte curieuse que celle faite dans le lac de Neuchâtel de poteries antéhistoriques décorées par des bandelettes d'étain.

CHAPITRE VI

LE CUIVRE

Caractères du cuivre. — Le cuivre natif. — Richesse des mines du lac Supérieur. — Les minerais de cuivre : chalcopyrite, chalcosine, panabase, malachite, azurite. — Chessy. — Le cuivre d'Angleterre. — Traitement métallurgique des minerais de cuivre. — Usages du cuivre.

Après le fer, le cuivre est le plus dur et le plus tenace des métaux usuels. Sa dureté égale 3, et sa densité 8,5. C'est un corps rougeâtre, sonore, très ductile, attaquable par les acides les plus faibles, et même par l'humidité de l'air, qui le couvre de l'enduit vert bien connu sous le nom de *vert-de-gris*. Il fond au blanc naissant, à une température qu'on peut évaluer à 900° du thermomètre à air. A une température plus élevée, il se vaporise, en colorant en vert la flamme du combustible. Il est aisément soluble dans l'acide azotique ; la solution, de couleur verte ou vert-bleuâtre, devient d'un beau bleu par l'addition de l'ammoniaque, et une lame de fer polie, plongée dans la liqueur, se recouvre à l'instant d'une couche de cuivre rouge.

Le cuivre se montre à l'état natif ou métallique dans divers minéraux. Quelques rivières en charrient des fragments assez considérables; aussi ce métal fut-il un de ceux que les hommes utilisèrent dès la plus haute antiquité.

On trouve le cuivre pur cristallisé comme l'argent, sous les formes les plus ordinaires du système cubique. Les cristaux sont quelquefois fort beaux. Dans les mines du lac Supérieur,

aux États-Unis, on en a vu, de la forme du dodécaèdre, qui avaient plus d'un pouce de diamètre.

Mais la forme cristalline n'est pas la seule que présente le cuivre natif : il offre encore quelques variétés amorphes ; et, comme l'argent aussi, il se montre en plaques, en enduits, en grains disséminés, en gros blocs ou masses arrondies, dont le poids peut s'élever à plusieurs quintaux, et même à plusieurs tonnes, ainsi que cela s'est vu dans les mines de l'Oural et du lac Supérieur.

Ces mines du lac Supérieur sont certainement, pour le cuivre natif, les plus riches du monde. Elles fournissent plus de 10 000 tonnes par an, production dans laquelle la Compagnie de Portage entre pour plus de la moitié. Le métal y est d'une extrême pureté et d'une excellente qualité. On peut en voir un bel échantillon, du poids de 50 kilogrammes, dans la galerie de géologie du Muséum d'histoire naturelle de Paris.

On trouve encore le cuivre natif à Oberstein dans la Bavière Rhénane, aux îles Feroë et aux îles Shetlands, sur les pentes de l'Oural, au voisinage des roches de trapp et de serpentine, comme dans l'État de Michigan (lac Supérieur), à Coro-Coro en Bolivie et ailleurs. Mais, abstraction faite des mines des États-Unis, le cuivre ne se présentant qu'en petite quantité à l'état natif, on est presque toujours obligé de l'extraire de ses différentes combinaisons, dont les principales sont les *cuivres sulfurés* et les *cuivres carbonatés*.

Les cuivres sulfurés sont ceux où le métal se trouve combiné avec le soufre. Ce sont les minerais les plus importants, et on en tire la plus grande partie du cuivre qui circule dans le commerce. On y distingue le *cuivre pyriteux*, le *cuivre sulfuré*, le *cuivre gris*.

Le *cuivre pyriteux* ou *chalcopyrite* est une substance d'un éclat métallique, d'un jaune de bronze, à surface souvent irisée. Malgré la faible quantité de métal qu'il contient (34 à 45 p. 100), le cuivre pyriteux est très recherché, à rai-

son de son abondance. Il appartient, en général, aux terrains de cristallisation, où il forme des filons et des amas; on le trouve aussi dans les anciens terrains sédimentaires.

Le *cuivre sulfuré*, ou *chalcosine*, a l'aspect métallique, la couleur gris d'acier, la cassure éclatante. Il se laisse facilement entamer par une pointe d'acier, et il est tellement fusible, qu'on peut le fondre à la flamme d'une bougie quand il est en petits fragments. C'est un des minerais cuivreux les plus riches; il contient, sur 100 parties, plus de 79 parties de cuivre. Il forme à lui seul la plupart des abondants gisements des monts Ourals, où il se rattache aux anciens dépôts sédimentaires.

Le *cuivre gris* ou *panabase* est une combinaison de cuivre, de soufre, d'antimoine, d'arsenic, de fer, de zinc et d'argent. Comme son nom l'indique, il est d'un gris d'acier; sa structure est ordinairement compacte, plus rarement lamelleuse. L'exploitation en devient quelquefois avantageuse, à cause de l'argent qu'il contient. Il accompagne fréquemment le cuivre pyriteux; mais il constitue aussi des gîtes indépendants, et surtout des filons dans les roches micacées et talqueuses.

Les *cuivres carbonatés* ont deux principales espèces : la *malachite*, dont nous parlerons dans le chapitre des pierres fines, et l'*azurite*, exploitée à Chessy et à Sainbel près de Lyon.

Les mines de Chessy sont les plus riches de France; elles renferment aussi de la pyrite de cuivre associée à de la pyrite de fer.

La France pourtant est d'une extrême pauvreté en cuivre, tandis que l'Angleterre est le pays d'Europe qui en produit le plus. Les mines du Cornouailles et du Devonshire sont d'une grande richesse. Mais, outre son propre minerai, elle en achète à toutes les parties du monde, et le traite dans les gigantesques usines de Swansea.

La Suède, le Harz, l'Autriche, l'Italie, l'Espagne, possèdent quelques gîtes cuprifères

La Russie en exploite pour plus de dix millions chaque année.

Dans le traitement métallurgique des minerais pyriteux, on procède d'abord à un premier grillage, dans lequel une partie du soufre se brûle et se dégage sous forme d'acide sulfureux. Mais le soufre est si intimement combiné avec le cuivre, qu'on ne peut l'en séparer qu'au moyen de grillages multipliés, interrompus par des fontes également fréquentes. La masse obtenue est ductile, sonore, et présente un éclat métallique à l'extérieur. Quant au fer, il passe peu à peu dans les scories en s'unissant à la silice, dont la présence est nécessaire pour opérer cette réduction.

On soumet la masse cuivreuse, qu'on appelle *matte*, à un affinage qui l'amène à l'état de cuivre marchand. Cet affinage se pratique de plusieurs manières et s'opère souvent dans un four à réverbère, sous l'influence du plomb, qu'on ajoute en quantité ménagée. On facilite ainsi la séparation des métaux étrangers, qui, plus oxydables que le cuivre, se trouvent scorifiés à l'aide de l'oxyde de plomb. Quand le métal est fondu et purifié, on le fait couler dans des bassins, où, pour en hâter le refroidissement, on projette de l'eau à sa surface. On enlève les plaques à mesure qu'elles se solidifient.

Le cuivre a nombre de qualités. Il prend un poli très brillant, et jouit d'une grande sonorité. La ductilité et la malléabilité dont il est doué permettent d'en faire des fils et des feuilles minces qui s'utilisent dans un grand nombre d'industries. Il se tire à la filière, s'étend facilement au laminoir et se forge à chaud sous le marteau.

Le cuivre pur sert à fabriquer des chaudières, des alambics et une multitude de vases domestiques. Il entre dans toutes nos monnaies. Allié à l'étain, il devient le *bronze*, dont on fabrique les cloches, les canons, les statues; allié au zinc, il constitue le *laiton*, ou cuivre jaune, d'une application si générale et si variée. Le maillechort, qui remplace si bien

l'argent dans tant d'objets, est un alliage de cuivre, de zinc et de nickel, dans des proportions convenables. Ses composés salins, tels que le *sulfate de cuivre* ou vitriol bleu du commerce, entrent dans la fabrication des teintures. Enfin, au contact de certains acides, il donne naissance à de belles couleurs vertes employées par les peintres.

CHAPITRE VII

LE PLOMB

Pas de plomb natif. — La galène : ses caractères et ses gisements. — Réduction du minerai de plomb. — Caractères et usages du plomb. — Le Laurium chez les anciens Grecs. — Immenses travaux. — Les esclaves. — Découverte récente des scories du Laurium. — Usine moderne. — Les ouvriers grecs — Une graine de 2000 ans vivante.

L'existence du plomb à l'état natif est tellement problématique, qu'on peut n'en tenir aucun compte. Il ne se rencontre dans la nature qu'à l'état de combinaison, dans un grand nombre de minerais. Le minerai d'où l'industrie le tire est la *galène* ou plomb sulfuré, dont on distingue deux variétés : la galène à grandes facettes et la galène à petites facettes. Cette dernière contient toujours de l'argent, dans des proportions variables, touj urs très faibles, mais qui s'élèvent fréquemment à 4 ou 5 millièmes.

Il entre dans la galène pure 87 parties de plomb et 13 de soufre. Elle cristallise dans le système cubique. Son aspect est le gris métallique ou gris de plomb, avec une poussière d'un gris noirâtre. La substance est opaque et très brillante dans les cassures fraîches.

La densité de la galène est de 7,4 à 7,6; sa dureté de 2,5. Elle forme sur le papier des traits qui rappellent ceux des crayons de graphite, dits *mines de plomb*.

Ce minerai est fréquemment associé dans les filons à de la *blende* ou sulfure de zinc, à des pyrites de fer, à de

la chaux fluatée, à du quartz, à du sulfate de baryte, qu'on en sépare facilement par des préparations mécaniques.

C'est un minerai assez commun. On le rencontre en filons dans toutes les régions du globe et à tous les niveaux géologiques, depuis les terrains les plus anciens jusqu'aux couches tertiaires nummulitiques.

En France, les filons de galène sont nombreux, particulièrement dans le Plateau central et dans la chaîne des Vosges. Toutefois c'est dans un nombre très restreint de localités qu'ils sont exploités. L'une des plus importantes est Pontgibaud, dans le département du Puy-de-Dôme.

Plusieurs opérations sont nécessaires pour réduire le minerai de plomb.

On lui fait subir d'abord un grillage, au contact de l'air ou dans un fourneau; alors une partie du soufre se brûle et se dégage en acide sulfureux. Puis on mêle le résidu, transformé ainsi en oxyde et sulfate de plomb, avec du charbon et de la ferraille, et l'on chauffe le tout dans un four à réverbère. L'oxyde de plomb est réduit par la chaleur; le sulfate est ramené à l'état de sulfure, et le fer s'empare du soufre de ce dernier, et met le plomb en liberté. Ce métal est reçu à l'état liquide dans un bassin, d'où on le décante pour l'avoir pur.

Si les minerais ne sont que très peu argentifères, le plomb ainsi obtenu se coule dans des lingotières pour être immédiatement livré au commerce sous forme de saumons; mais s'ils contiennent assez d'argent pour couvrir les frais d'un nouveau travail, le plomb qui en provient, et qu'on appelle alors *plomb d'œuvre*, est soumis à la coupellation.

Le plomb pur, extrait du minerai, est un métal d'un gris métallique très vif dans la cassure, dont la densité est de 11,44. Il est très mou, se coupe facilement au couteau et laisse sur le papier des traces d'un gris métalloïde. Il se ternit promptement à l'air; il fond à la température de 335°, et donne des vapeurs à la chaleur rouge. Malléable à froid, il

peut être réduit en feuilles minces par le battage, et étiré à la filière en fils déliés, d'une extrême flexibilité.

Le plomb laminé est employé à couvrir des édifices, à faire des bassins, des conduites de toute grandeur. Sa densité le rend très propre à servir de projectile; aussi en fabrique-t-on les balles et les grenailles. Allié à l'étain, il forme la soudure des plombiers et des ferblantiers. A l'état de combinaison, et sous divers noms, il circule également dans l'industrie : la *céruse* est du carbonate de plomb. Oxydé, le plomb donne le *minium*, qui entre pour plus de moitié dans la composition du verre de cristal. S'il est uni à un peu d'oxygène, il devient de la *litharge*, dont l'usage est si commun en peinture, parce qu'elle épaissit et rend siccatives les différentes huiles. Le *jaune de chrome* est du chromate de plomb.

Enfin, le plomb entre dans les caractères d'imprimerie, qui sont faits de 4 parties de ce métal et de 1 d'antimoine.

La galène est employée directement par les potiers de terre, sous le nom d'*alquifoux :* ils la réduisent en une poudre dont ils couvrent leurs vases et qui, par l'action d'un feu violent, met un enduit vitreux, de couleur jaune, à la surface de ces vases.

Le plomb argentifère a donné lieu en Grèce à des travaux métallurgiques d'un genre tout particulier.

Les anciens Athéniens comptaient parmi leurs plus grandes richesses les mines du Laurium, qui contribuèrent à la splendeur et à la prospérité de la république pendant le glorieux siècle de Périclès.

Les travaux étaient immenses. Toute la surface métallifère du Laurium, d'une étendue d'environ 20000 hectares, fut fouillée par les anciens mineurs.

On peut, sans exagérer, porter à deux mille le nombre de puits et de galeries inclinées de leurs travaux d'exploitation.

Ces puits et ces galeries encore visibles affectent ordinai-

rement la forme carrée ; leur section moyenne a 4 mètres de superficie, et la profondeur des puits varie de 20 mètres à 120, suivant l'altitude des lieux où on les rencontre.

Les vides des mines sont immenses. Tantôt ce sont de petites galeries très régulières, taillées dans des calcaires très durs. Tantôt, au contraire, ce sont des chambres d'exploitation d'une étendue de plusieurs centaines de mètres, et qui ont, en de nombreux endroits, jusqu'à 10 mètres de hauteur sur 40 et 50 de largeur.

Dans les parties faibles de ces antiques travaux, le toit est soutenu par des piliers de maçonnerie en pierres sèches, si bien conservées encore, qu'ils semblent être construits depuis quelques années seulement.

On y voit très bien les sentiers par où passaient les esclaves chargés de minerais, les petites colonnes qui leur servaient de guides, les niches où étaient déposées les lampes destinées à éclairer leur marche, et les cruches qui conservaient leur eau.

On remarque encore, sur les roches encaissantes et sur les parties intactes des filons et des amas, les traces de nombreux coups.

Tout dans ces mines est dans un tel état de conservation que, lorsqu'on enlève les déblais qui, entraînés par les eaux pluviales, encombrent les anciens puits, on est tenté de croire que l'exploitation n'est suspendue que de la veille.

Les minerais de plomb argentifère et de zinc du Laurium se trouvent indistinctement dans les micaschistes et les calcaires, tantôt sous la forme régulière de filons traversant les micaschites, et tantôt sous la forme de masses irrégulières dans les calcaires ; mais on les rencontre principalement en amas et en couches très étendues au contact mutuel de calcaires et de schistes.

Différents calculs ont permis d'estimer à 15 000 environ le nombre des hommes occupés aux mines et aux usines antiques du Laurium. Les anciens, qui n'avaient pas à leur ser-

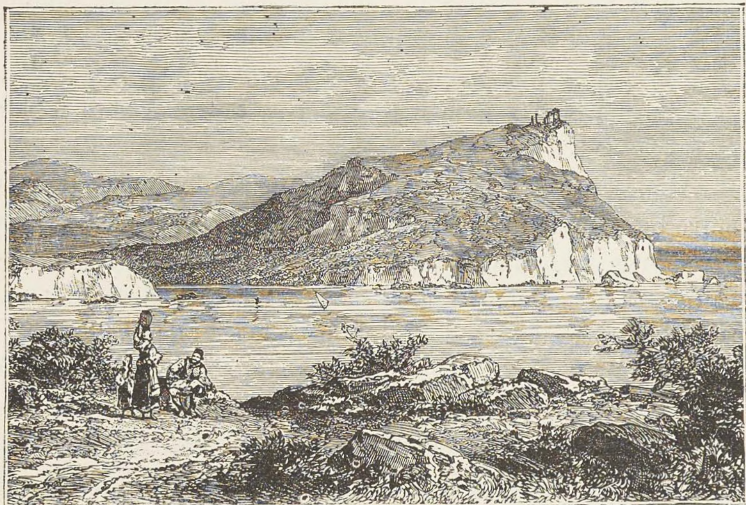
vice nos puissantes machines, étaient forcés d'y suppléer par les dos et les bras des esclaves. Les propriétaires de mines n'en avaient jamais en nombre suffisant pour l'exploitation, et les citoyens d'Athènes leur en louaient. Nicias en prêtait mille au Thrace Sosias, moyennant une obole par jour, soit 55 francs par an; et comme le prix d'un esclave variait de 100 à 500 francs, selon sa force et son habileté, on voit que ce capital humain rapportait plus de 10 p. 100. D'un autre côté, le blé qui servait à la nourriture des ouvriers valant, à l'époque de Périclès, environ 7 francs les 100 kilogrammes, les frais d'entretien incombant aux entrepreneurs n'étaient pas considérables, et la main-d'œuvre leur revenait à bon marché.

Les mines étaient souvent le théâtre de luttes sanglantes entre les différents concessionnaires trop rapprochés les uns des autres. On empêchait les ouvriers du concurrent de travailler, on s'enfermait réciproquement dans les galeries. Quand les travaux de deux exploitations rivales se rencontraient sous terre, on s'attaquait à main armée, et les pics à pointe conique, les masses de fer, devenaient des armes terribles entre les mains des esclaves.

Mais ces esclaves, qui recevaient de leurs maîtres mêmes les plus durs traitements, et qui étaient chargés de chaînes jusque dans leur travail, profitèrent de la guerre du Péloponèse pour se révolter. Ils s'emparèrent par surprise de la forteresse de Sunium et portèrent la dévastation et la terreur dans l'Attique. Les citoyens d'Athènes n'osaient pas s'aventurer hors de la ville, de peur d'être enlevés et de payer rançon. Les travaux, qui ne furent jamais repris avec activité, finirent par cesser tout à fait; sous Pausanias, toutes traces d'industrie avaient disparu, le pays était dépeuplé, couvert de broussailles et infesté de bêtes sauvages.

Ce ne fut que dix-huit siècles plus tard (en 1865), et d'une façon assez singulière, que la vie revint au Laurium.

« Il y a quinze ans (raconte en 1877 M. Henri Belle, dans son *Voyage en Grèce*), un bâtiment de commerce italien, surpris par une tempête dans l'Archipel, ne parvint à se sauver d'une perdition complète qu'en jetant à la mer tout son lest et une bonne partie de sa cargaison. Il se réfugia, non sans peine, à l'abri du cap Sunium et de l'île Macronisi, et, en attendant que le calme se fût rétabli, on remplaça le lest et



LE CAP SUNIUM.

les marchandises perdues par des pierres d'apparence volcanique que les matelots trouvèrent à profusion dans une anse voisine. Quand le bâtiment arriva enfin, malgré vents et tempêtes, à Cagliari, son port de destination, le premier soin du capitaine fut de faire jeter, non pas dans le port, les règlements s'y opposant, mais sur le quai, son lest d'aventure. Le hasard, qui n'intervient pas seulement dans les contes de fées, fit que, ce jour-là, un industriel métallurgiste vint sur le port rafraîchir un peu, sous la brise du soir, son cerveau fatigué de spéculations. Quelque préoccupé qu'il fût, il s'ar-

rêta net devant le monceau de lest déchargé du navire... Il ramassa un de ces cailloux abandonnés là comme rebut, le flaira, le gratta, le goûta, le pesa avec des airs d'étonnement, de doute et d'espérance anxieuse. Interrogé habilement, un des matelots du bord raconte son odyssée, ses naufrages, ses relâches (les vieux loups de mer sont terribles quand on les met sur ce chapitre), et de tout cela notre spéculateur ne retint qu'une chose : c'était dans une baie, à la pointe sud de l'Attique, que les pierres en question avaient été prises comme lest, ou plutôt les scories, car il avait reconnu, pour en avoir vu en Italie et en Espagne, ces résidus provenant des fourneaux où s'opère la fonte du minerai de plomb, résidus ressemblant à ceux qu'expectorent les volcans. Il s'entendit avec une puissante compagnie de Marseille; on envoya des ingénieurs, qui, en débarquant sur une rive basse, marécageuse, bordée de montagnes désertes et sans eau, se trouvèrent vis-à-vis d'amas immenses de ces scories, témoignage des exploitations considérables de l'antiquité. Dans les vallons, sur le sommet des montagnes, partout, des puits de mines et de véritables bancs de scories prouvaient l'importance des travaux exécutés par les anciens. »

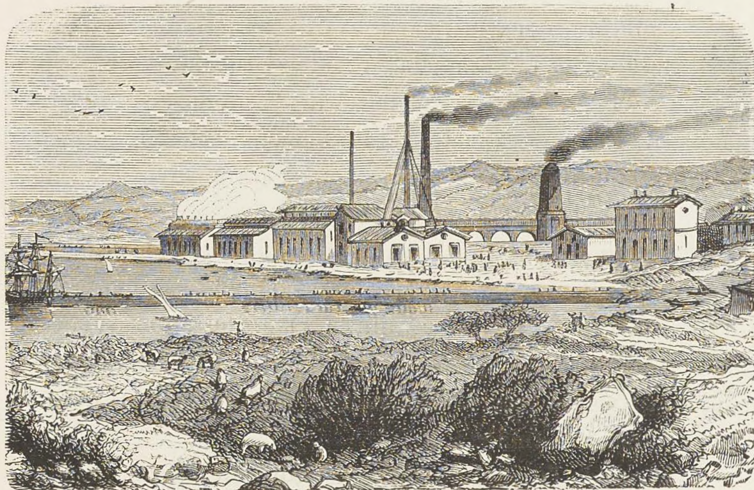
Le travail de l'usine, qui fut aussitôt fondée au Laurium après cette découverte, consiste à extraire des résidus les 8, 10 et 12 p. 100 de plomb argentifère qu'y ont laissé, bien malgré eux, les Grecs de Périclès, lesquels n'avaient à leur disposition que des appareils imparfaits : fours peu élevés, souffleries trop faibles.

Les scories du Laurium abandonnent par année 8 millions de kilogrammes de métal, dont par le raffinage on extrait 3200 kilogrammes d'argent, valant 750 000 francs environ.

Toute cette petite partie de la Grèce moderne a été transformée par l'usine. En quelques années la Compagnie qui l'a créée construisit au travers des montagnes 30 kilomètres de

routes empierrées pour relier à la fonderie les dépôts de scories, et un chemin de fer d'un développement de 3000 mètres pour le transport des minerais. Le port fut régularisé par un môle de 150 mètres de longueur, où les navires peuvent accoster pour embarquer les lingots de plomb.

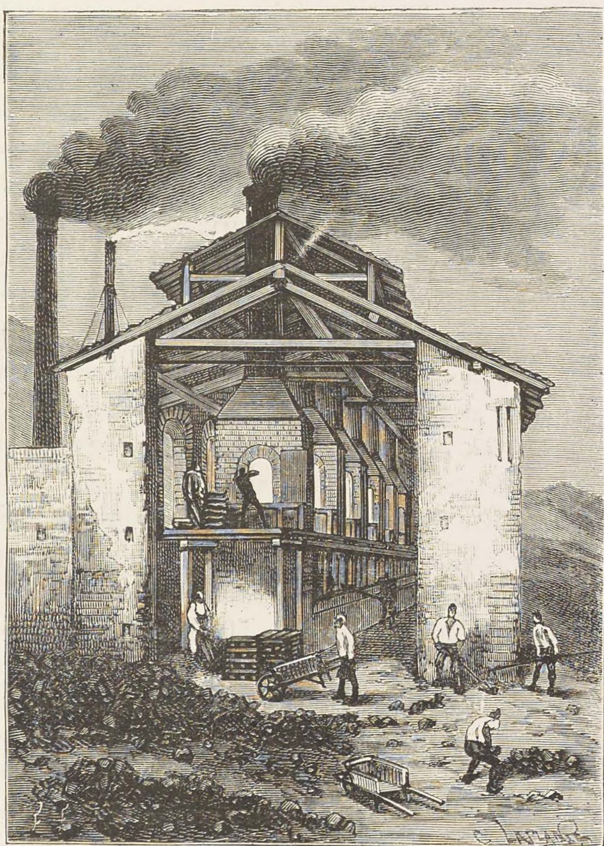
« Une machine à vapeur de 80 chevaux, dit encore M. Henri Belle, envoie un courant d'air puissant dans dix-huit fours,



USINE DU LAURIUM.

où nuit et jour on charge les scories à refondre. En vingt-quatre heures, 400 tonnes de scories produisent 25 tonnes de plomb. Depuis l'époque où nous avons visité l'usine, des fours de raffinage ont été construits pour compléter le système de fabrication, et un bâtiment à vapeur fait un service régulier entre le Laurium et le Pirée. Enfin, une galerie de 12000 mètres de longueur, aboutissant à une colline de 40 mètres d'élévation, et terminée par une haute cheminée d'appel, a été construite pour la condensation des fumées plombeuses qui s'échappent des fours.

» Quinze cents ouvriers sont employés dans l'usine et sont logés dans le village construit pour eux sur le flanc d'un coteau qui domine la mer par-dessus les bâtiments de l'u-



FOURNEAUX DE L'USINE DU LAURIUM.

sine. Un hôpital a été fondé pour les malades ou les blessés, et les soins leur sont donnés, là ou chez eux, par le médecin de la Compagnie et aux frais de celle-ci; les remèdes leur sont donnés gratuitement. A côté du village, une vaste écurie

contient deux cents chevaux de trait qui servent aux transports. Les directeurs et les contre-maîtres sont Français, Italiens ou Espagnols, mais presque tous les ouvriers sont Grecs. Ceux-ci sont intelligents et apprennent vite le métier qu'ils doivent faire; mais leur inconstance, leur irrégularité, la facilité avec laquelle ils abandonnent une tâche commencée, leur penchant à l'insubordination sont des défauts graves, qui ont porté plus d'une fois de sérieux préjudices aux intérêts de l'usine. En outre, ils se nourrissent peu, et cette sobriété, si propre à leur conserver une souplesse, une agilité extraordinaires pour courir dans les montagnes, les dispose mal aux rudes travaux industriels, qui épuisent vite les forces. L'exemple des étrangers employés dans l'usine, les primes données aux travailleurs habiles, ont cependant quelque action sur ces gens, dont la suprême jouissance est la flânerie, et l'on peut compter aujourd'hui deux cents ouvriers environ dévoués à leur tâche et habiles dans leur métier. »

Terminons par un fait qui n'a rien de minéral, mais qui est bien intéressant. — M. Théodore de Heldreich, professeur de botanique à Athènes, herborisant autour des murs du Laurium, vit sur un espace de 50 000 mètres carrés, d'où l'usine avait retiré trois mètres des anciennes scories, une immense quantité de *Glaucium* qui semblaient avoir poussé comme par enchantement. Ces pavots étaient d'une espèce inconnue de nos jours, et M. de Heldreich lui imposa le nom de *Glaucium Serpieri*. Leurs graines étaient tombées sur le sol aux beaux temps de la république athénienne. Les scories dont on les avait recouvertes, sans prendre garde à elles, les avaient empêchées de lever; et deux mille ans plus tard, la terre nourricière se trouvant débarassée de ce lourd fardeau, elles poussaient joyeusement, et faisaient admirer aux Grecs modernes leurs fleurs doubles, indices d'une antique horticulture déjà très avancée.

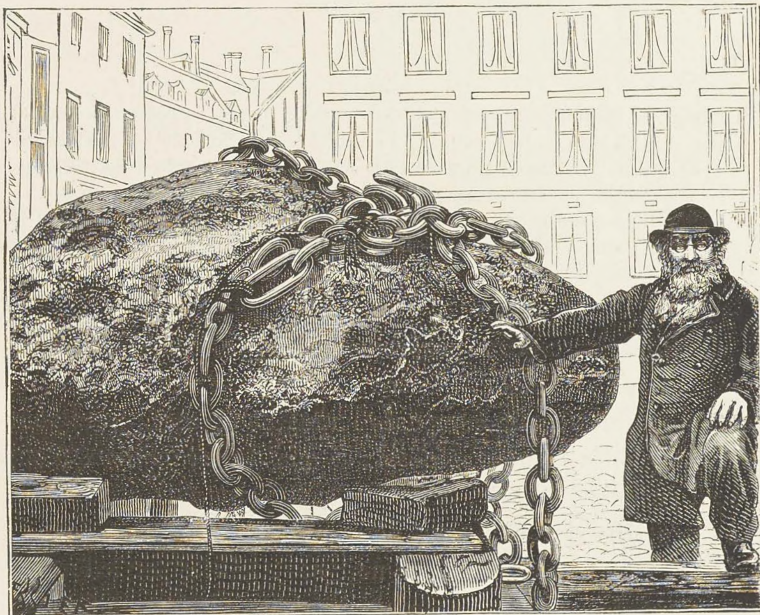
CHAPITRE VIII

LE FER

Le faux fer natif. — Nordenskjold et le fer d'Ovifak. — Caractères du fer pur. — L'oligiste. — Les mines de l'île d'Elbe. — La limonite. — Exploitation et travail du fer dans l'antiquité : les ferriers. — L'aimant. — La sidérose. — Métallurgie du fer. — La méthode catalane. — Les hauts fourneaux. — Victor Hugo dans le pays de Liège. — Usages de la fonte. — L'acier : le marteau-pilon. — La trempe. — Le Creusot.

De tous les métaux proprement dits, le fer est certainement le plus abondant. Outre que des couches entières du sol sont formées de composés ferrugineux, assez purs pour être exploités comme minerai, et que de volumineux filons sont remplis d'*oligiste*, de *limonite*, de *magnétite*, de *sidérose*, on peut dire que la plupart des roches colorées en rouge, en jaune, en vert, en brun, en noir sont teintes par le fer. Cependant, jusque dans ces dernières années, on a nié l'existence à la surface du globe du fer natif, c'est-à-dire à l'état métallique. On recueillait de temps à autre, dans des localités variées, des fragments parfois très volumineux de fer métallique naturel; mais on reconnaissait que ces échantillons, sans aucun rapport avec les roches à la surface desquelles ils gisaient, étaient tombés du ciel, et constituaient des *météorites*. Il arriva aussi qu'on recueillit du vrai fer métallique terrestre, dans certaines couches dépendant d'exploitations de houille où de gigantesques incendies s'étaient déclarés; mais il était manifeste que ce métal résultait d'une réduction

de la sidérose par le charbon, absolument identique à celle que le métallurgiste réalise dans ses fourneaux, et tout aussi artificielle quoique involontaire, puisque l'homme est la cause première de l'incendie des houillères. Il était donc accepté par tout le monde que le fer natif ne compte pas parmi les espèces minéralogiques terrestres, lorsque, en



LE FER D'OVIFAK.

1870, un illustre voyageur suédois, M. Nordenskjoïd, explorant la côte sud-ouest du Groenland, découvrit dans l'île de Disko, aux environs d'Ovifak, d'énormes blocs métalliques, qu'il prit d'abord pour des météorites, mais qui furent reconnus plus tard, à la suite du voyage de M. Steenstrup, appartenir en propre à l'écorce terrestre.

C'est ainsi que dans le détroit de Waigatz on observe les escarpements d'une roche dont l'un des minéraux essen-

tiels n'est autre que du fer métallique en petites grenailles. Les études auxquelles le fer du Groenland a été soumis ne permettent pas de douter qu'il ne représente des échantillons d'assises extrêmement profondes de la terre, arrachés à leur gisement par des basaltes qui les ont apportés, lors de leur éruption, jusqu'à la surface du sol.

A l'état de pureté, le fer est d'un gris métallique clair, tirant parfois sur le blanc d'argent. Sa ténacité est très considérable et utilisée à chaque instant. Sa dureté est de 4,5; sa densité de 7,8. Il jouit au plus haut degré de la propriété magnétique.

Le fer ne fond qu'à une température des plus élevées, qu'on évalue par approximation à 1500 degrés du thermomètre à air. Il se ramollit au feu de la forge, et c'est cette propriété précieuse qui permet de le travailler et de lui donner toutes les formes imaginables. Il se rouille très facilement, c'est-à-dire qu'à l'air humide il se couvre d'une couche ocreuse de peroxyde de fer hydraté. Les acides le dissolvent.

L'oligiste, la limonite, la magnétite, la sidérose, sont les espèces les plus importantes de minerais de fer.

L'oligiste ou peroxyde de fer est une combinaison de fer et d'oxygène qui contient, à l'état de pureté, 69 pour 100 de métal ; sa couleur est le gris de l'acier, dont elle a quelquefois l'éclat brillant. Sa poussière cependant présente une teinte brun rouge.

En général, ce minerai se trouve dans le terrain primitif, où il constitue des amas considérables, qui sont criblés de fissures ou de cavités tapissées de cristaux plus ou moins volumineux, d'un brillant d'acier brun, relevé des riches couleurs de l'iris. Le gîte le plus célèbre est celui de l'île d'Elbe; il présente les plus beaux échantillons cristallisés de cette espèce. Au temps de Virgile, il était déjà qualifié d'inépuisable. Il produit, année commune, 132 000 quintaux

métriques de minerai, qui sont transportés dans les différentes usines d'Italie.

Le fer oligiste existe aussi à Framont dans les Vosges, à la Voulte dans l'Ardèche.

L'exploitation de ce minerai remonte à une époque très reculée, ainsi qu'on va le voir par les détails que nous allons donner à propos de la limonite, et son antiquité nous est affirmée par les immenses amas de *laitiers* ou *ferriers* qui existent de toutes parts.

La limonite ou fer hydraté se compose de fer, d'oxygène et d'eau, et contient jusqu'à 55 pour 100 de métal. Elle se montre souvent en grains libres ou agglutinés, dont l'exploitation est si facile, qu'on peut les enlever à la pelle. D'autres fois c'est en masses schisteuses et terreuses qu'on la trouve. Elle donne de l'eau par calcination, et se distingue de tous les autres minerais de fer par la couleur de sa poussière, qui est toujours jaune.

La limonite en grains est abondante dans les terrains secondaires et tertiaires. Ces grains sont tantôt libres, tantôt disséminés dans l'argile, dont ils se détachent par la simple dessiccation, tantôt reliés par une pâte de calcaire argilo-ferrugineux. Quand les grains sont très petits, le minerai est dit oolithique et se trouve à divers niveaux, tels que le lias moyen, le lias supérieur, l'oolite inférieure, la formation néocomienne. Enfin, certaines variétés terreuses dites minerais des *marais* sont d'origine récente ou même moderne et appartiennent soit aux terrains tertiaires supérieurs, soit aux terrains d'alluvion.

Au temps des Romains, la Gaule produisait beaucoup de fer, et savait le travailler. C'était d'elle que les Vénètes tiraient le métal dont ils forgeaient les ancres et les chaînes de leurs vaisseaux. César assiégeant Bourges raconte que les Romains élevaient des terrassements pour attaquer la ville, et que les Gaulois assiégés minaient ces ouvrages en arrivant

par des galeries souterraines qu'ils établissaient d'autant plus facilement, qu'ils avaient l'habitude de ce genre de travail par l'exploitation des mines de fer. Beaucoup de voies romaines étaient empierrées de ferriers. Un dépôt de scories, remarquable par son volume, est situé au sommet du coteau de Saint-Fond de Coulvey, et occupe au moins 400 mètres carrés : l'antiquité de ce ferrier est grande, car sa partie superficielle est transformée en terre végétale. Il en est de même pour beaucoup d'autres.

Lorsqu'on pense que les hommes de ces époques reculées ne se servaient du fer que pour des usages fort restreints, pour fabriquer des armes, des bracelets, des chaînes de navires, que tout ce qui constitue pour nous la grande industrie leur était inconnu, qu'ils n'avaient pas de houille, et que tous leurs ouvrages étaient forgés à bras, on peut se faire une idée du grand nombre de siècles qui ont été nécessaires pour l'accumulation de tant de scories.

La magnétite ou *aimant oxydulé* est une combinaison de fer et d'oxygène renfermant jusqu'à 72 pour 100 de métal. C'est une substance noirâtre, douée de l'éclat métallique, à poussière noire, attirable au barreau aimanté et magnétique. Elle peut être *granulaire*, *compacte* ou *terreuse*.

La magnétite appartient principalement aux roches d'origine ignée ou métamorphique. Elle forme au milieu des gneiss et des micachistes, des amas d'une grande puissance qui constituent quelquefois de véritables montagnes de fer magnétique, telles qu'au Taberz en Suède. C'est de Suède que les Anglais tirent le fer dont ils font leur acier si renommé. On le trouve aussi en rognons et en nids disséminés dans diverses roches. La Laponie en possède d'immenses gisements, et les Russes en ont découvert en Sibérie des masses inépuisables.

Enfin la sidérose ou fer carbonaté est une combinaison d'oxyde de fer et d'acide carbonique ; elle renferme presque

toujours un peu de chaux, et des traces de manganèse et de magnésie, qui font varier ses qualités et modifient son traitement. Sa couleur est d'un jaune plus ou moins foncé, quelquefois rougeâtre et brunâtre. Elle forme des couches, des filons et des amas, à texture lamellaire, grenue, compacte ou terreuse. La variété lamellaire, qu'on nomme particulièrement fer spathique, se trouve dans les terrains de cristallisation et dans quelques calcaires de différents âges. La variété compacte et terreuse, si commune en Angleterre, se rencontre dans les grès houillers, ou dans les couches de houille elles-mêmes. C'est un minerai d'autant plus précieux, qu'il accompagne le combustible qui sert à en opérer la réduction.

Pour extraire le fer du minerai, on emploie d'ordinaire deux méthodes.

La première, dite *catalane*, ne sert que pour les minerais très riches; elle consiste à chauffer, dans des creusets réfractaires ou fourneaux d'affinage, le minerai grillé, concassé, et mêlé avec du charbon de bois. La réduction s'opère sous l'influence de l'air, à mesure qu'on remue, avec un ringard ou crochet, le bain métallique; et il se forme peu à peu une *loupe*, qu'on retire et qu'on se hâte de comprimer; elle est soumise plusieurs fois à l'action du feu, avant d'être convertie en barre. Cette méthode simple et expéditive est suivie en Espagne, en Corse et en Italie.

La seconde méthode emploie de grands appareils nommés *hauts fourneaux*. Nous en empruntons la description à M. Simonin, qui comprend et fait comprendre si bien la poésie de ces merveilleux instruments du travail de l'homme :

« Les hauts fourneaux, géants de pierre et de briques, d'une hauteur qui atteint parfois 20 mètres, empruntent à leur taille le nom qu'ils portent. Ce sont les plus vastes et les plus hauts foyers qu'emploie la métallurgie. Ils absorbent dans leur construction des centaines de mille francs, et l'usine qui

les renferme, des millions, comme les plus somptueux édifices.

» A côté des fours gémit la machine soufflante, dont le bruit formidable rappelle celui d'un ouragan déchaîné. Elle lance l'air à plein cylindre dans ces énormes foyers, sans cesse alimentés de minerai et de charbon, et qui jamais ne se reposent, ni de jour ni de nuit.

» Du vide immense qui règne dans ce tube imposant de maçonnerie, et qui forme ce qu'on nomme la cuve du four, peuvent sortir par vingt-quatre heures jusqu'à 40000 kilogrammes de fonte. Cette production, en admettant que le rendement normal du minerai soit de 40 p. 100 (la moyenne des minerais fondus en France ne dépasse pas ce chiffre), exige 100000 kilogrammes de minerai. En supposant que la quantité de combustible consommé soit une fois et quart celle de la fonte produite, et que la proportion des fondants soit égale aux deux ou trois dixièmes du minerai traité, hypothèses qui se vérifient dans la généralité des cas, on voit que le poids total des matières passées dans un haut fourneau peut atteindre 180000 kilogrammes par jour. Comme il faut répéter ce chiffre pour chaque jour, on peut dire qu'il n'est pas d'industrie qui donne lieu à un si grand mouvement de matières; et encore il est à notre connaissance qu'en Angleterre on a construit des hauts fourneaux, à Ulverston par exemple, qui produisent jusqu'à 90000 kilogrammes de fonte par jour. C'est par l'augmentation du nombre et de la puissance des machines soufflantes (les matières traitées descendent et s'élaborent dans la cuve avec d'autant plus de rapidité que la quantité d'air injecté est plus forte), plus encore que par l'accroissement des dimensions du creuset, que l'on est arrivé, à Ulverston, à ces merveilleux résultats.

» Au pied du haut fourneau se dégage incessamment la scorie ou laitier, sillonnant le seuil de l'usine, comme une traînée de lave incandescente. Plusieurs fois par vingt-quatre

heures, on ouvre le trou de coulée de la fonte, et alors jaillit le métal en gerbes brillantes, comme un véritable feu d'artifice. Il serpente à travers les moules de sable, préparés pour le recevoir sur le sol même de l'usine, et se fige en lingots. Parfois, reçu directement au sortir du creuset dans des poches métalliques, il est versé dans d'autres moules, où il prend les formes voulues par l'industrie. Plus souvent il a besoin d'être purifié par une sorte d'affinage, et ce n'est que la fonte de deuxième fusion qu'on l'emploie au moulage, après qu'elle a été refondue au réverbère ou au cubilot.

» Dans la halle de coulée sont les fondeurs, le ringard à la main, protégés par des tabliers et des gants de cuir, quelquefois par un masque. A la cime du four, autour du gueulard, comme on l'appelle, — parce que c'est bien en effet l'énorme gueule du foyer, — stationnent les chargeurs, versant dans l'ardente fournaise le minerai, le combustible et les fondants, que le monstre digère sans relâche. D'ordinaire le gueulard est fermé, on ne l'ouvre que pour le chargement. Les gaz qui se dégagent du fourneau, les flammes perdues, ainsi qu'on les nommait encore naguère, sont recueillies aujourd'hui dans des appareils particuliers, où on les brûle. Ils servent à chauffer l'air qu'on lance dans le four, l'eau qui produit la vapeur pour la marche de la machine soufflante. Souvent on les emploie aussi à griller ou calciner le minerai, à cuire ou distiller la houille, ou à d'autres usages, et l'on réalise dans tous les cas une importante économie de combustible. »

Dans les pays de houille, où l'on n'a pas besoin de ménager le chauffage, en Angleterre, en Belgique, le gueulard reste ouvert, et, la nuit, illumine de ses feux tout ce qui l'entoure.

Dans son voyage sur *le Rhin*, Victor Hugo, en arrivant à Liège, la vieille ville des princes-évêques, aujourd'hui la ville neuve de l'industrie, fut frappé de la féerique apparition des hauts fourneaux.

« ..... Le paysage, dit le grand poète, prend tout à coup un aspect extraordinaire. Là-bas, dans les futaies, au pied des collines brunes et velues de l'Occident, deux rondes prunelles de feu éclatent et resplendissent, comme des yeux de tigre. Ici, au bord de la route, voici un effrayant chandelier de quatre-vingts pieds de haut, qui flambe dans le paysage et qui jette sur les rochers, les forêts et les ravins des réverbérations sinistres. Plus loin, à l'entrée de cette vallée enfouie dans l'ombre, il y a une gueule pleine de braise, qui s'ouvre et se ferme brusquement, et d'où sort par instants, avec d'affreux hoquets, une langue de feu.

» Ce sont les usines qui s'allument.

» Toute la vallée semble trouée de cratères en éruption. Quelques-uns dégorgent derrière les taillis des tourbillons de vapeur écarlate, étoilée d'étincelles; d'autres dessinent lugubrement sur un fond rouge la noire silhouette des villages; ailleurs les flammes apparaissent à travers les crevasses d'un groupe d'édifices. On croirait qu'une armée ennemie vient de traverser le pays, et que vingt bourgs mis à sac vous offrent à la fois, dans cette nuit ténébreuse, tous les aspects et toutes les phases de l'incendie, ceux-ci embrasés, ceux-là fumants, les autres flamboyants.

» Ce spectacle de guerre est donné par la paix; cette copie effroyable de la dévastation est faite par l'industrie. »

La fonte qui, lorsqu'elle est épurée, se moule avec délicatesse, fait des cylindres de machines à vapeur, des récipients, des tuyaux de conduite, des roues d'engrenage et de wagons, des voussoirs de ponts, des balustrades, des statues, etc. Les lingots de fer brut ou gueuses servent de lest pour les vaisseaux. Et, il y a peu d'années encore, les canons et tous projectiles de guerre en étaient fabriqués. Maintenant c'est l'acier qu'on emploie, la fonte étant cassante et peu résistante, par suite d'un état trop cristallin.

L'*acier*, résultat de la combinaison d'environ 99 parties

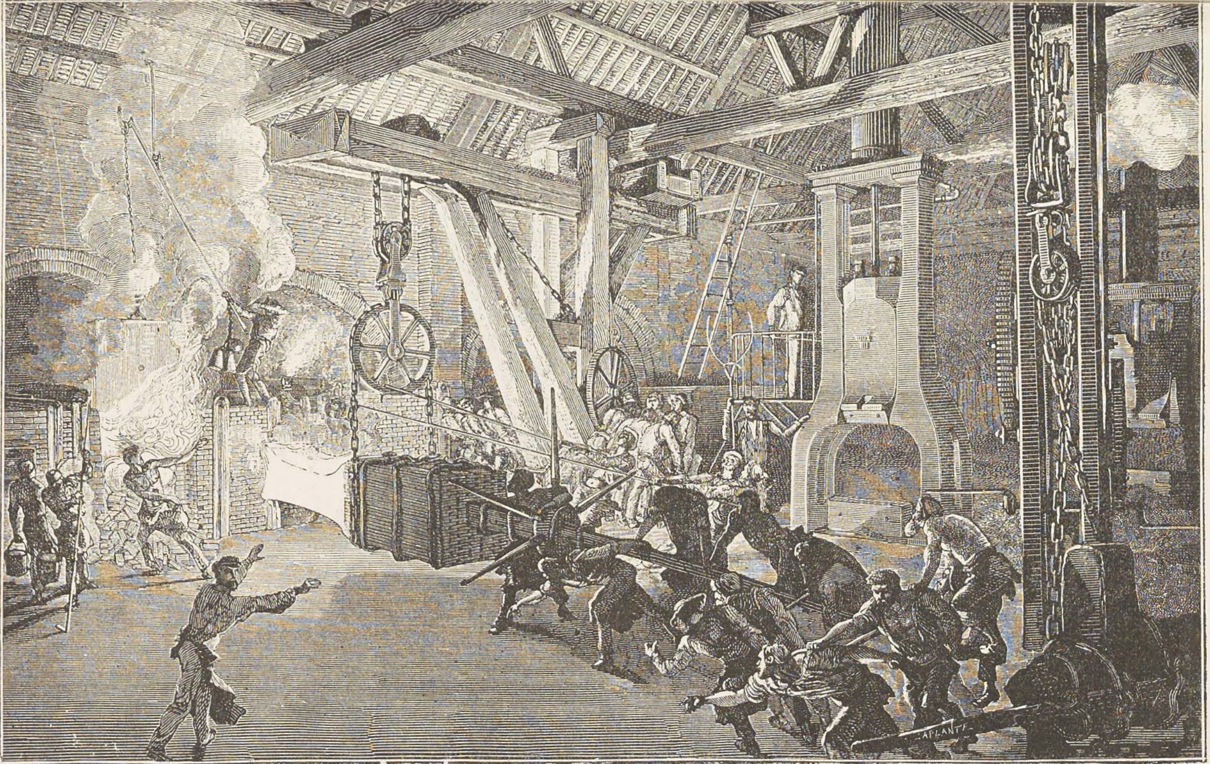
de fer et de 1 partie de carbone, se distingue de la fonte, d'abord par sa plus grande pureté, ensuite par la propriété qu'il possède de se laisser forger, et d'acquérir, au moyen de la trempe ou de la compression, une augmentation de dureté et d'élasticité.

Dans les grandes forges, c'est le marteau-pilon, — cet instrument formidable, que vous avez pu voir, exposé par le Creusot, en 1878, — qui donne aux masses de fer incandescentes les formes les plus diverses. Il est mû par la vapeur, et ses mouvements se règlent avec une extrême précision. Cette lourde masse, d'un poids de plusieurs milliers de kilogrammes, peut aussi bien s'arrêter délicatement sur la tête de l'enclume, en la touchant à peine, qu'écraser d'un seul coup la boule de fonte.

La *trempe* consiste à passer rapidement dans l'eau froide l'acier chauffé au rouge blanc; elle est très énergique quand, dans cette opération, on se sert d'eau très froide, ou, mieux encore, d'un liquide meilleur conducteur du calorique, comme, par exemple, le mercure : la déperdition de la chaleur est alors presque instantanée. Si, au contraire, on veut obtenir une trempe douce, on choisit des liquides mauvais conducteurs, tels que les matières grasses.

La production de la fonte en France va toujours en croissant; nous en fabriquons autant que les États-Unis, nous ne sommes surpassés que par l'Angleterre, mais d'une manière prodigieuse : la quantité de fer qu'elle travaille est quadruple de celle que nous donnons. La plus belle forge française est celle du Creusot, dans le département de Saône-et-Loire.

Le Creusot, qui en 1782 était une vallée sauvage et inhabitée, portait cependant le nom prédestiné de Charbonnières, à cause de l'affleurement qu'on y voyait d'une couche de charbon. C'est aujourd'hui une ville de 25 000 âmes. Il y a 10 000 ouvriers pour l'usine et la mine; le reste de la population se compose des femmes, des enfants, et des bou-



LE MARTEAU-PILON A LA FORGE DE GROSSES-ŒUVRES, AU CREUSOT.

tiquiers qui nourrissent ce peuple laborieux. La ville a des écoles, un hôpital pour les blessés, un asile pour les veuves



CHEFS LAMINEURS DE LA FORGE A L'ANGLAISE, AU CREUSOT.

âgées. Chaque ménage d'ouvrier habite sa petite maison séparée, dont le loyer est minime, et dont l'achat lui est facilité.

CHAPITRE IX

LE ZINC

Caractères du zinc. — La calamine : ses caractères et ses gisements. — Une visite à la Vieille-Montagne. — La blende : ses caractères et ses gisements. — Usages du zinc. — Le zinc d'art.

Le zinc est un métal blanc-bleuâtre, dont l'éclat assez vif se ternit promptement. Sa densité égale 7,2. Comme il ne devient malléable qu'à 140°, on ne l'utilisa que lorsqu'on s'avisa de voir ce qu'il devenait à cette température. Jusque-là, la blende fut considérée comme un embarras dans les mines de plomb, et qualifiée du nom de *fausse galène.* Son nom de *blende* vient d'ailleurs d'un mot allemand qui veut dire *tromper.*

A 205°, le zinc se casse facilement; il fond à 412°; il se volatilise au rouge blanc, et c'est cette propriété qu'on utilise dans son traitement métallurgique.

Le zinc pur n'existe pas dans la nature. On l'extrait de deux minerais importants : la *calamine* et la *blende.*

Le nom de calamine s'applique au *carbonate de zinc*, qui se trouve rarement à l'état isolé. Il est d'ordinaire mélangé non seulement à la blende, mais à la *smithsonite* ou *silicate de zinc.* Ses caractères ne sont pas constants; il est tendre et facile à pulvériser; son aspect est celui de la pierre calcaire.

La calamine se rencontre dans deux gisements différents : 1° en filons, dans les terrains anciens ou de transition, comme à Matlock, dans le Derbyshire; 2° en amas ou en gîtes irré-

guliers, avec le silicate, au milieu de terrains de sédiments plus modernes, comme à Mendip-Hill en Angleterre, à Tarnowitz en Silésie, et surtout à la Vieille-Montagne, près de Moresnet en Belgique. Nous extrayons du récit d'une récente *Excursion géologique*, faite par le Muséum d'histoire naturelle dans cette dernière localité, quelques détails intéressants sur l'exploitation de la calamine.

« On sait que la région minière est un territoire politiquement neutre, en forme de triangle étroit, avec 4 kilomètres de long. Les enseignes et les indications y sont partout en deux langues : en belge, c'est-à-dire en français, et en allemand. Partage analogue à celui que subit le produit des impôts.

» Les bâtiments d'exploitation couvrent plus de terrain que maints grands villages. A gauche de la route on voit de hautes cheminées, à la fumée blanche et lourde : ce sont les fonderies, où la calamine, grillée d'abord, puis chauffée avec l'anthracite, laisse distiller le zinc en gros pains elliptiques. A côté sont les puits d'extraction et les ateliers de bocardage du minerai. Il faut traverser la route pour voir les laveries, et celles-ci sont très curieuses à visiter. La matière qu'on y traite, dite *argile calaminaire*, consiste en un mélange d'argile et de grains de minerai de zinc; ces deux éléments offrent des densités très différentes, et un courant d'eau entraîne la plus grande partie de l'argile délayée, tandis qu'il laisse la calamine sous forme de sable. Des cribles très ingénieux permettent de classer ce sable d'après diverses grosseurs de grains, réclamant chacune une dose particulière de charbon réducteur.

» Une portion de l'argile est réduite en pelotes par le mouvement rotatif de l'appareil. Des femmes sont chargées de les enlever à la main : debout devant la machine, et la main gauche sur la hanche, elles extraient de la main droite et du bout des doigts les balles de glaise, pour les laisser tomber

dans des chariots placés au-dessous d'elles. Les jeunes, bien coiffées, mises avec un goût inattendu dans de pareilles conditions, concilient leur occupation avec une pose vraiment très gracieuse.

» Le sol de Moresnet est formé de couches dévoniennes, de couches carbonifères et de couches houillères, dont l'ensemble, fortement plié, est traversé par un système très compliqué de failles. C'est à l'intersection de ces failles avec les joints de stratification que le minerai s'est particulièrement accumulé; il est plus abondant dans les couches calcaires que dans les schistes ou dans les grès.

» L'exploitation attaque une zone dépendant surtout du calcaire carbonifère, dont la dolomie, roche ordinaire de ce niveau, est entièrement remplacée par la calamine sur plus de 250 mètres de rayon et avec une épaisseur de 15 à 20 mètres.

» On traite aussi de *vieux remblais* provenant d'une exploitation ancienne, et qui, quoique méprisés par les premiers mineurs, renferment 35 p. 100 de calamine.

» Les échantillons qu'on peut recueillir à Moresnet sont extrêmement variés; plusieurs sont remarquables et font de beaux ornements dans les collections minéralogiques. Tout d'abord, l'œil est attiré par d'élégantes géodes, où la calamine, cristallisée et irisée, brille de toutes les couleurs du prisme. La sidérose ou fer carbonaté fournit des rhomboèdres très nets. Le silicate anhydre de zinc (willémite) est en lames transparentes. La blende, associée à la galène, constitue des arborisations souvent bizarres[1]. »

La blende est du sulfure de zinc. Son aspect est très variable. Il y a des blendes vertes ou d'un jaune citron, qui sont translucides et même transparentes; d'autres, presque noires et opaques; entre les deux extrêmes, il existe plusieurs teintes intermédiaires, dont la plus fréquente est le brun. Les

1. Stanislas Meunier, *Excursions géologiques a travers la France.*

riétés les plus sombres offrent, à la rayure et à la râclure, une couleur gris-jaunâtre ou brunâtre, et un aspect qui n'a plus rien de métallique.

Ce minéral devient phosphorescent par le frottement. Certaines variétés offrent même cette propriété à un si haut degré, qu'il suffit, pour l'y développer, de les frotter avec la barbe d'une plume.

Au chalumeau, sur le charbon, la blende se décompose à peine et ne fond pas. L'acide azotique la dissout, en donnant naissance à un dépôt de soufre.

C'est dans les filons plombifères que l'on rencontre la blende en plus grande quantité. On la trouve aussi dans les dolomies du Saint-Gothard, et quelquefois dans le gypse, comme à Hall, en Tyrol, et même, mais en très petite quantité, dans l'argile plastique des environs de Paris.

Le zinc entre dans le *laiton*, alliage de cuivre et de zinc. Réduit en feuilles, il remplace avec avantage, dans un grand nombre de cas, les feuilles de plomb, de cuivre et de fer-blanc. On s'en sert pour couvrir les édifices, pour le doublage de certains navires de commerce. Étendu sur des objets en fer, tels que des chaînes, des treillis, des outils de jardinage, il les préserve de la rouille. On en fait un grand nombre d'ustensiles domestiques et d'appareils scientifiques; il constitue l'un des éléments de la pile de Volta et de la pile de Bunsen. Il faut citer à part, à cause de son mérite hygiénique, la substitution faite dans la peinture en bâtiment du *blanc de zinc* (oxyde de zinc) au *blanc de plomb* (carbonate de plomb ou céruse). Outre que le blanc de zinc est très économique, *couvre bien*, et ne noircit pas sous l'influence des émanations sulfurées, il est d'un maniement inoffensif, alors que le blanc de plomb détermine rapidement l'incurable maladie connue sous les noms de colique de plomb, colique saturnine, colique de miserere, à laquelle succombaient chaque année un si grand nombre d'ouvriers.

Enfin des inventeurs ambitieux nous ont donné ce qu'ils appellent si improprement les *zincs d'art*, qui prétendent imiter le bronze. Le zinc a une place assez belle dans l'industrie pour s'en contenter ; mais son peu de dureté ne le rendra jamais apte à accuser la ligne pure et le contour délicat d'un beau modèle.

LES PIERRES

CHAPITRE X

LES GEMMES OU PIERRES PRÉCIEUSES

Les gemmes. — Le diamant : ses formes cristallines, ses caractères. — Louis de Berquem. — Le clivage, le brutage, la taille du diamant. — Le brillant, la rose, la briolette. — Le carat. — Les gros diamants et les diamants historiques. — Les mines de l'Inde. — Les mines du Brésil. — Les mines du Cap. — Les diamants chinois. — Les saphirs. — Les spinelles. — La topaze. — Les zircons. — Le cristal de roche. — Les chercheurs de cristaux. — L'améthyste. — Les quartz rose, jaune, enfumé, rouge.

Les anciens avaient déja réuni sous le nom de *gemmes* une sorte d'élite du monde minéral : les pierres transparentes, éclatantes, souvent brillamment colorées, et dans tous les cas remarquables par leur extrême dureté.

Malgré ces caractères communs, les gemmes diffèrent fort entre elles par leur composition ; les unes, comme les corindons et le cristal de roche, sont de simples oxydes cristallisés ; d'autres, de constitution plus complexe, sont des sels, comme les rubis et la topaze, ou même des sels doubles, comme le grenat ; à l'inverse, le diamant est un corps simple.

Cependant, pour les décrire, nous n'avons pas cru devoir les classer d'après des considérations savantes, et il nous a semblé que des matières si précieuses doivent se ranger d'après la valeur que les hommes leur attribuent. Cette valeur se trouve du reste en rapport avec une propriété physique facile à

constater et à mesurer : la dureté; — et dans les pages qui suivent, nous traiterons successivement de gemmes de moins en moins dures.

« Qu'est-ce que le diamant? Pour le vulgaire, ce qu'il y a de plus précieux et de plus cher au monde; pour le savant, du charbon pur, la matière usuelle la plus commune.

» C'est le cristal qui réunit au plus degré toutes les qualités qu'on cherche dans les gemmes: c'est le plus dur, le plus incorruptible, le plus éclatant des minéraux.

» Talisman invincible, substance mystérieuse, incomparable, indestructible pour les anciens, il a été détruit par les modernes; mais cette destruction est-elle plus merveilleuse que les phénomènes constatés par les anciens? dans le creuset du savant qui cherche à approfondir son mystère, il ne laisse rien[1]. Prisme radieux, source profonde de lumière irisée, émeraude, saphir, rubis tout à la fois, et supérieur à chacun par son éclat, il brûle comme un soleil éblouissant, sans perdre sa forme, sans laisser de cendres. Ce cristal précieux, quand il ne peut resplendir des feux du soleil, quand il ne peut répandre sa lumière à flots, comme une rivière, sur la beauté qui le cherche, enfin quand il ne peut charmer par son éblouissement, devient utile par sa dureté.

» Aussi les anciens le faisaient-ils, comme le soleil, fils de Jupiter. Le père des dieux, pour ôter aux hommes le souvenir des jours qu'il avait passés sur la terre, mortel comme eux, changea en pierre un jeune homme de l'île de Crète, qui l'avait gardé au berceau, et qui seul pouvait témoigner de son séjour ici-bas. Cette pierre était précieuse; ce jeune homme s'appelait Diamant. »

Nous avons emprunté ce passage à un beau livre de MM. Jacobs et Chatrian sur le diamant.

Un caractère remarquable du diamant est de se présenter

1. Ou seulement quelques traces de cendres, dans lesquelles même on a cru trouver les débris d'une organisation végétale. (*Note de l'auteur.*)

d'ordinaire sous la forme de *cristaux*, c'est-à-dire de solides nettement terminés par des arêtes aiguës. Il n'y a guère d'exception à cette règle que pour la curieuse substance désignée au Brésil sous le nom de *carbonado*, et qui est employée comme diamant noir et opaque pour armer les broches des machines à perforer les montagnes. Les formes cristallines du diamant sont très variées : fréquemment il est en *octaèdres*, solides renfermés dans huit triangles équilatéraux; parfois c'est comme solide à douze faces en losanges ou à vingt-quatre faces ou même à quarante-huit faces, qu'on le recueille. Dans ce dernier cas, le diamant est presque globulaire; d'autant plus que les faces sont sensiblement convexes, au lieu d'être planes, comme il arrive le plus généralement pour les cristaux.

Quand on compare les divers cristaux de diamant, on ne tarde pas à reconnaître que, malgré leur variété, ils appartiennent tous à un même type de formes. Les géomètres y trouvent, comme ils disent, les mêmes caractères de symétrie qui sont portés à leur maximum de netteté dans le solide appelé *cube*.

Le diamant est le plus dur de tous les corps : il les raye tous, et n'est rayé par aucun. Sa pesanteur spécifique est de 3,53. Le frottement l'électrise, pour peu de temps. Exposé au soleil pendant un temps suffisant, il devient phosphorescent, c'est-à-dire qu'il luit dans l'obscurité, mais seulement sur quelques faces.

La plupart des diamants sont limpides et incolores; mais il en est aussi de roses, de jaunes, d'orangés, de bleuâtres, de verdâtres, de bruns, de noirs. Les diamants incolores sont les plus estimés.

A propos de la couleur des diamants il s'est déclaré récemment une véritable panique dans le monde des lapidaires. Une magnifique pierre, d'un prix énorme à cause de sa belle eau, perd les cinq sixièmes de sa valeur à la suite d'un simple

lavage dans l'eau savonneuse, et achetée pour une gemme du Brésil se révèle ainsi comme un simple diamant du Cap, d'un jaune de miel. La fraude, qui, comme on voit, est fort heureusement facile à reconnaître, consiste à plonger quelques instants le diamant coloré en jaune dans une dissolution aqueuse de violet d'aniline. L'effet qu'il m'a été donné de constater moi-même est merveilleux. Le mélange des deux couleurs du diamant et de la teinture qui en est exactement *complémentaire* est absolument incolore, et la très faible couche de violet n'altère en rien l'éclat et les feux du diamant.

Le diamant brut ne présente qu'une surface terne et souvent raboteuse. Il acquiert son grand éclat par la taille. Ce perfectionnement, si important, du diamant a été trouvé en 1476, par Louis de Berquem. Voici comment Robert de Berquem, petit-fils de Louis, raconte sa grande découverte.

« Il mit deux diamants sur le ciment, et, après les avoir égrisés l'un contre l'autre, il vit manifestement que, par le moyen de la poudre qui en tombait, et l'aide du moulin et certaines roues de fer qu'il avait inventées, il pourrait venir à bout de les polir parfaitement, même de les tailler en telle manière qu'il voudrait. En effet il l'exécuta si heureusement, que cette invention dès sa naissance eut tout le crédit qu'elle a eu depuis, qui est l'unique que nous ayons aujourd'hui.

» En même temps, Charles, dernier duc de Bourgogne a qui on en avait fait le récit, lui mit trois grands diamants entre les mains, pour les tailler avantageusement suivant son adresse. Il les tailla dès aussitôt, l'un épais, l'autre faible, et le troisième en triangle; et il y réussit si bien, que le duc, ravi d'une invention aussi surprenante, lui donna 3000 ducats de récompense.

» Puis ce prince, comme il les trouvait tout à fait beaux et rares, fit présent de celui qui était faible au pape Sixte IV, et de celui en forme de triangle et d'un cœur, réduit dans un anneau et tenu de deux mains, pour symbole de foi, au roi

Louis XI, duquel il recherchait alors la bonne intelligence. Et, quant au troisième, qui était la pierre épaisse, il le garda pour lui, et le porta toujours au doigt, en sorte qu'il l'y avait encore quand il fut tué devant Nancy, un an après qu'il les eut fait tailler, savoir en l'année 1477. »

Ce dernier diamant, qui venait de l'Inde, est celui qu'on appelle Sancy, du nom de l'un de ses possesseurs, et que Berquem, pour son coup d'essai, sut tailler de la manière la plus savante et la plus économique.

Comme le fait entendre le chroniqueur que nous venons de citer, ce n'est que par sa propre poussière ou *égrisée* que le diamant peut être travaillé.

Dans certains cas, il faut commencer par le *cliver*. C'est ainsi que les lapidaires enlèvent les parties défectueuses d'un cristal, ou en corrigent la forme quand elle est mauvaise, ou font plusieurs pierres d'une seule.

L'opération du clivage, fort délicate, demande, chez l'ouvrier qui la pratique, une grande habileté. Il faut savoir trouver la direction des faces cristallines, ou, comme on dit, le *fil* de la pierre.

Puis on fait une entaille sur la partie du cristal à cliver; et enfin, avec une lame d'acier bien trempé, placée dans l'ébréchure, on donne sur le cristal un coup sec et juste, qui le fend nettement, et exactement dans le sens voulu.

Après le clivage, le diamant passe au *brutage :* on lui enlève par le frottement la couche raboteuse dont il est quelquefois recouvert au sortir de la mine. Pour lui donner un commencement de forme, on le frotte sur toutes ses faces contre celles d'un autre diamant. Le travail se fait sur une boîte, qui reçoit la poussière qui tombe des diamants, et qui pour cette raison s'appelle *égrisoir*.

« Les cristaux ainsi préparés, disent encore MM. Jacobs et Chatrian, sont soudés à un mélange de plomb et d'étain dans une coquille de cuivre, qui se trouve ensuite pincée par une

tenaille en acier, chargée d'un poids suffisant pour presser le diamant, dont le côté seul destiné à la taille est saillant, sur une roue en rotation. Celle-ci est fixée à un axe vertical, auquel un engrenage, mû par une courroie de transmission, ou un appareil à bras, imprime une rotation d'une vitesse excessive, environ 2200 tours à la minute. Cette roue est en acier doux; elle est recouverte d'égrisée ou de poussière de diamant, que l'on fixe en la délayant dans un peu d'huile. On utilise pour cet emploi la poussière de l'égrisoir; mais elle n'est ni assez abondante, ni assez dure, pour être exclusivement employée. On se sert généralement avec avantage de la poudre de boort et de carbonado, qu'on réduit en cet état au moyen de pilons. C'est le principal usage auquel sont utilisées ces substances, qui pour cela se vendent à un prix relativement élevé. Les Indiens n'emploient que des roues en bois très dur, recouvertes d'égrisée.

» Aux Indes on sacrifie la forme à la valeur intrinsèque, c'est-à-dire au poids de la pierre. On y est dans la persuasion que le diamant est une substance si précieuse, qu'il est important d'en perdre le moins possible. Aussi la taille y est-elle défectueuse, et les effets optiques, trop peu étudiés en Europe, n'y sont nullement recherchés.

» Leur taille favorite est celle qui donne aux cristaux une forme de lame assez mince, taillée sur ses bords en biseau. Certainement la limpidité de ces lames doit être incomparable, mais l'irisation et les feux du brillant y manquent complètement.

» Nos goûts sont bien différents. Comme eux, nous taillons la rose, qui darde de fort grands éclats de lumière, qui sont même, à proportion, plus étendus que ceux qui sortent du diamant brillanté; mais c'est pour cette dernière forme que nous gardons toute notre prédilection. Le brillant est un vrai soleil : toute la lumière qu'il reçoit, il la rend centuplée et suavement irisée, grâce à ses puissantes propriétés de

réfraction, de réflexion et de diffusion, savamment étudiées et utilisées par le lapidaire. Bientôt un point lumineux sera aussi multiplié que le nombre des facettes. Le rayon qui tombe sur l'une d'elles, sur la table par exemple, va frapper le fond formé par la culasse, revient en avant, toujours réfléchi par les facettes en opposition, jusqu'à ce qu'il traverse les faces des côtes, d'où il sort irisé, comme d'un prisme éblouissant. »

Le brillant est formé de deux pyramides tronquées, réunies par la base ; la face supérieure s'appelle la *table ;* elle est entourée d'un plus ou moins grand nombre de facettes, qui composent la *dentelle :* c'est cette partie seulement qui est visible dans les diamants montés. La partie inférieure du brillant doit être moitié plus épaisse que la première ; la face qui la limite s'appelle la *culasse*, et a une largeur qui doit être cinq fois inférieure à celle de la table. Elle se lie avec la dentelle par les pavillons, ou facettes allongées. La *rose* n'a que peu d'épaisseur, elle s'élève en forme de dôme sur une base plate appelée *collette*. Elle emploie moins de matière que les diamants taillés en brillant ; aussi coûte-t-elle moins cher.

La taille en *briolette* est affectée à certaines pierres en forme de poires, et que l'on recouvre entièrement de facettes régulières.

Le diamant brut moyen perd à la taille la moitié de son poids. Les gros cristaux perdent davantage.

On sait que le poids des diamants s'exprime en *carats*. Ce mot, d'origine africaine, est emprunté au nom d'une plante de la famille des Légumineuses (pois d'Amérique), et dont la graine, d'un poids presque toujours constant, servait dans l'Inde, où elle fut transportée, à peser les diamants.

Il y a une différence de quelques dixièmes de milligramme entre les carats des différents pays. En France, le carat vaut $0^{gr},2055$.

Quelques diamants sont fameux par leur grosseur, par leur

taille, et par les souvenirs historiques qui s'y rattachent.

Le plus gros diamant du monde pèse 367 carats. Il appartient au rajah du royaume de *Matam*, vassal de la Hollande.

Le *Grand-Mogol* est le plus gros des diamants historiques; son poids est de 279 carats 9/16. Taillé en rose, il a la forme d'un œuf coupé par le milieu. Il a appartenu longtemps aux empereurs du Mogol. Il fut découvert en 1550 dans la mine de Gani, près de Golconde. Actuellement il fait partie des joyaux du shah de Perse. Il est estimé douze millions.

L'*Orloff*, ornement du sceptre de l'empereur de Russie, a été jadis l'un des yeux d'une idole de l'Inde. Il fut volé par un déserteur français, qui le vendit 50 000 francs. En dernier lieu, Catherine II l'acheta à un marchand grec 2 500 000 francs et fit en outre au vendeur une pension de 10 000 francs.

Le *Grand-Duc de Toscane*, à l'empereur d'Autriche, d'une couleur jaune citron, pèse 139 carats et demi, et est évalué 2 600 000 francs.

Le *Régent*, qui faisait partie des joyaux de la couronne de France, et qui va contribuer à la magnificence du musée du Louvre, est le plus beau des diamants. Brut il pesait 410 carats. La taille ne lui en a laissé que 106. Il fut trouvé dans les mines de Partéal, à 45 lieues au sud de Golconde. En 1717, il fut vendu 3 375 000 francs au duc d'Orléans. On l'évalue aujourd'hui à 5 000 000.

L'*Étoile du sud* provient des mines du Brésil. Il pèse 125 carats et demi. C'est un rajah indien qui l'a acheté, moyennant 4 000 000.

Le *Koh-i-noor* ou *la montagne de lumière* vaudrait le Régent, s'il pesait autant. Il a été confisqué au roi de Lahore et offert à la reine Victoria. Il était alors mal taillé, en forme d'œuf. Les Anglais lui firent subir une seconde taille.

Le *Sancy* pèse 53 carats; après avoir appartenu à Charles le Téméraire, à Antoine de Portugal, à la famille de Sancy, à Jacques II, à Louis XIV et à ses successeurs, à une reine

d'Espagne, au prince Demidoff, il se trouve actuellement à Bombay, en la possession d'un prince indien. Ces rajahs possèdent la moitié des beaux diamants du monde.

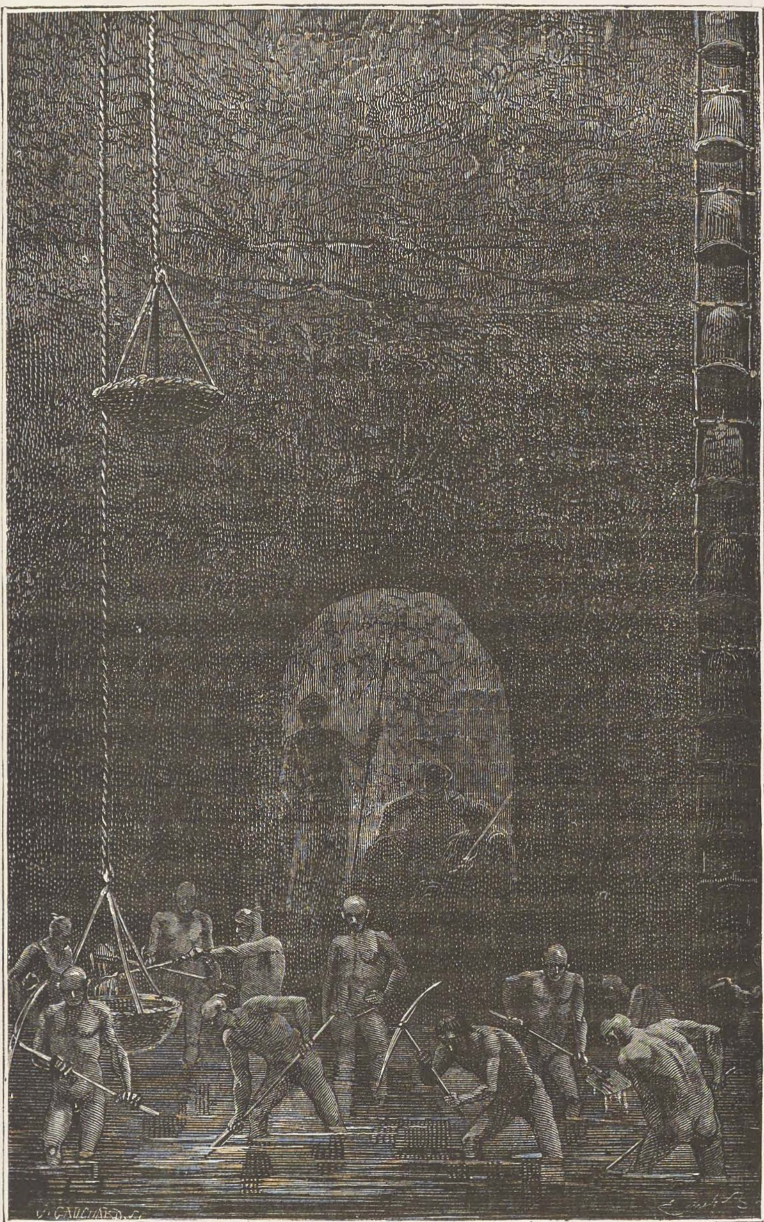
Enfin, parmi les diamants colorés, le *diamant bleu* de M. Hope tient la première place. Il pèse 44 carats. Après lui viennent : la *Florentine*, qui est d'un jaune verdâtre, et qui appartient à l'Autriche ; et le *Green-Vaults*, qui est vert-émeraude, et que l'on voit à Dresde.

Il y a des mines de diamant aux Indes, dans certaines îles de l'Océanie, au Brésil, au Cap. On en a trouvé aussi en Sibérie et en Algérie.

Ce sont les mines des Indes qui, selon toute vraisemblance, ont fourni aux anciens leurs diamants, qu'ils estimaient fort, quoiqu'ils ne sussent pas les tailler, et sur lesquels ils faisaient mille contes et avaient une foule de superstitions. Les mines de Golconde et de Visapour, dans le Dékan, sont célèbres depuis longtemps ; et l'on cite celle de Gani, pour le nombre de gros diamants qui en sont sortis. Les terrains diamantifères des Indes sont analogues à ceux du Brésil.

Jamais jusqu'ici, et malgré une annonce récente qui a fait beaucoup de bruit et qu'on a reconnue fausse, on n'a trouvé le diamant *en place*, c'est-à-dire dans une roche où on pût croire qu'il avait pris naissance. Dans l'Inde, au Brésil, au Cap, il est noyé dans des matériaux provenant évidemment de la démolition de roches plus anciennes, triturées, mélangées, et parfois cimentées ensemble sous la forme de grès ou de poudingues. Avec lui, d'ailleurs, se rencontrent une foule de substances précieuses, et le *cascalho* diamantifère du Brésil, avec ses topazes, ses pépites d'or et de platine, mérite bien le nom de terrain *plusiaque* (du nom de *Plutus*, dieu de la richesse) qu'on lui a donné quelquefois.

Le marché de l'Inde se tient à Bénarès, et une fois par an, au mois d'avril, à Bowanipour, dans la province de Bengale. Mais les Européens en ont oublié le chemin, et vont de préférence aux mines découvertes aux époques modernes.



LES MINES DE DIAMANTS DE PANNAH.

C'est en 1728 seulement que les mines du Brésil vinrent ajouter leurs richesses à celle des Indes; et ce fut le hasard qui y fit découvrir les diamants : on y cherchait de l'or. Les premiers, donnés comme cailloux remarquables au gouverneur de Villa do Principe, lui servirent de jetons. Plus tard, on sut mieux en apprécier la valeur.

La région diamantifère du Brésil se trouve dans la province de Minas Geraes, sur tous les points d'une vaste chaîne de montagnes (les Montagnes Froides), qui se prolonge depuis les environs de la ville do Principe jusqu'à la Serra do Grammagoa, c'est-à-dire sur une longueur de plus de cinquante lieues. Elle est traversée par une foule de petits cours d'eau, dont les plus importants sont le Jiquitinhona, le Rio-Pardo, l'Ita Combieroussou.

Le *cascalho* (ou terrain qui contient le diamant) ne dépasse guère un mètre en puissance; il est presque toujours à la surface du sol. Il suffit, en effet, d'enlever un peu de la maigre terre végétale du pays pour le mettre à nu. On le défonce ensuite avec un pesant levier, et les nègres le transportent dans les endroits où différents lavages feront apparaître les diamants. Ceux-ci sont l'objet de la convoitise des ouvriers qui les découvrent, et qui, malgré la surveillance la plus active, arrivent souvent à en voler. Naturellement, ils ne prennent que ceux qui valent la peine des risques à courir : si bien que les diamants de contrebande sont toujours plus beaux et plus gros que les autres. Les gros diamants sont extrêmement rares au Brésil.

Les importantes mines du Cap n'ont été découvertes que tout récemment. C'est à l'Exposition de 1867 que Paris vit le premier diamant de ces nouveaux gisements. Les champs diamantifères de l'Afrique australe sont situés à 1200 kilomètres de la ville du Cap, dans la province de Griqualand-West, proclamée territoire anglais en 1871.

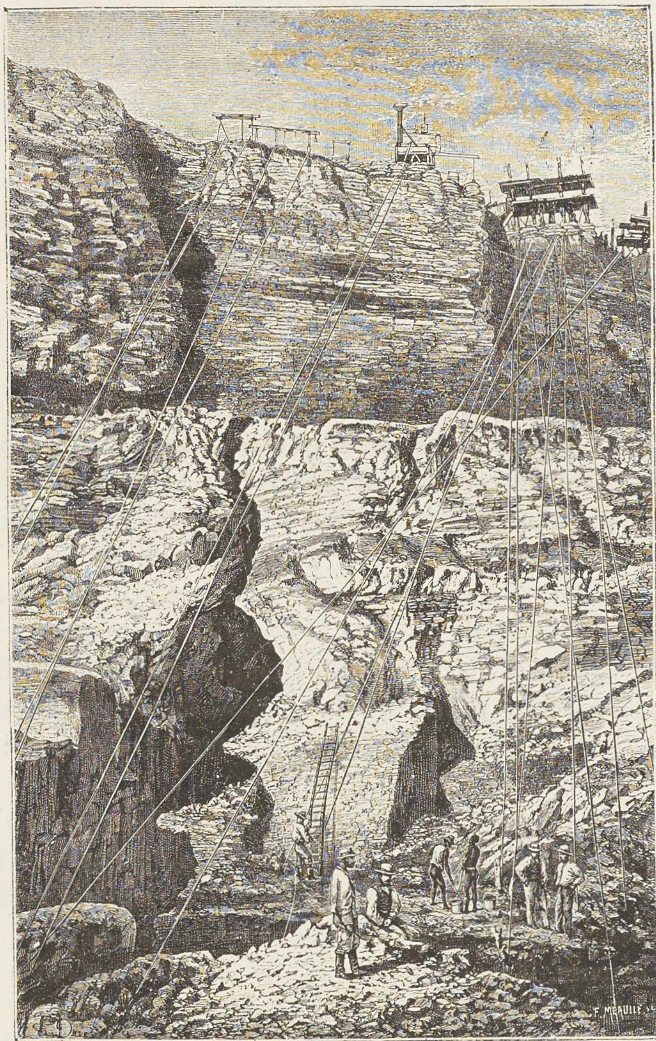
Le sol de cette région est constitué par des roches schis-

teuses, dans lesquelles sont intercalées des nappes basaltiques. Le tout est perforé, dans une foule de points, par des canaux plus ou moins verticaux, et de section arrondie, que sont venus remplir des sables apportés des profondeurs par des torrents d'eau ascendante. C'est dans ces matériaux de remplissage que se trouvent les cristaux de diamant, souvent brisés d'ailleurs, à la suite des explosions spontanées auxquelles ils sont sujets, associés à des grenats, à des zircons, à des pyroxènes, à des grains de pyrite et de fer titané, et surtout à des fragments de serpentine décomposée.

Chacune des cheminées remplies par ces sables, ou, comme on dit, chacun de ces *pans*, par exemple ceux de Kimberley et de Dutoit's Pan, a déterminé la réunion d'un très grand nombre de mineurs. La surface resserrée a été découpée en innombrables petits carrés ou *claims*, dont chacun, après avoir atteint un prix souvent considérable, a été attribué à un propriétaire particulier. Celui-ci peut exploiter indéfiniment en profondeur; mais il doit prendre maintes précautions pour empêcher les éboulements du voisin. Le diamant ne pouvant être retiré que par lavage, il faut qu'à l'aide de câbles actionnés par des treuils, tout le sable soit retiré au dehors des pans et travaillé avec soin. Le dessin que vous avez sous les yeux, montre combien devient inextricable le faisceau de ces différents câbles.

Un chemin de fer qui s'enfonce jusqu'à 65 pieds sous terre ramène les chariots pleins de minerai. Les difficultés de l'exploitation sont sans nombre : outre les rapports avec les voisins, nécessairement très tendus, vu le peu de place dont on dispose, il faut lutter contre les inondations, bien fréquentes dans les excavations aussi profondes, et contre les éboulements des parois mêmes des pans (*reefs*), dont les débris absolument stériles viennent ensevelir la couche productive. Tous les diamants du Cap ne proviennent pas des pans. Le lit de certains ruisseaux, dont les eaux ont lavé les alluvions diamantifères, contiennent des diamants, associés à

des galets roulés. Les exploitations qui les fournissent sont distinguées sous le nom des *mines humides*.



MINE DE KIMBERLEY.

La vie sur les champs de diamants est des plus singulières. Au Cap, dans ces plaines arides et désolées, sous le soleil



MINE DE DUTOIT'S PAN.

ardent, où s'ébattaient encore, il y a si peu d'années, des troupeaux de chèvres et d'autruches, plus de 15 000 Européens, en proie à la fièvre des gens qui s'enrichissent... ou qui se ruinent, remplissent tout de leur activité, de leurs travaux, de leurs préoccupations. En quelques jours, ils se bâtissent des villes, avec des églises, des théâtres, des bals, des cirques, des prisons, des marchés, des rues larges sillonnées de voitures de place. L'architecture n'est pas belle et les matériaux de construction sont bizarres; mais cela rappelle de loin à ces exilés volontaires la civilisation européenne. Les moindres choses atteignent, dans cette région qui ne produit que des diamants, des prix exorbitants. Un petit verre de cognac s'y paye dix francs!

Les diamants du Cap sont quelquefois très gros.

Signalons, pour terminer, les diamants chinois. Ils sont de très petite dimension; ils varient de la grosseur d'un grain de millet à celle d'une tête d'épingle; on en rencontre de plus gros, mais rarement. La manière dont on se les procure est assez originale : des hommes, portant d'épaisses chaussures de paille, parcourent les sables des vallées et des cours d'eau des montagnes diamantifères du Chinkangling. Les diamants, rugueux et pointus, pénètrent dans la paille et y restent. On réunit ensuite par grandes quantités les chaussures, et on les brûle : les diamants sont retrouvés dans les cendres. Ce sont les prêtres des temples du Chinkangling qui font le principal commerce de ces minuscules pierres précieuses.

A la suite du diamant, se range tout naturellement le *saphir*, ou corindon hyalin pour les minéralogistes. Il raye tous les corps, excepté le diamant. Sa pesanteur spécifique est environ 4. A l'inverse du diamant il a la double réfraction.

Les saphirs bruts sont ordinairement arrondis, à cause du frottement qu'ils ont éprouvé dans le lit des torrents et des rivières, d'où ils proviennent presque toujours.

On en trouve aussi cependant de parfaitement cristallisés.

Le saphir présente la plus grande variété de couleurs, et comprend des pierres très diverses pour les lapidaires. Il y a le *saphir blanc*, parfaitement incolore; le *saphir rouge*, d'un rouge très vif, mêlé d'une légère teinte de violet : c'est le rubis oriental des lapidaires; le *saphir vermeil* ou *rubis calcédonien*, d'un rouge un peu laiteux, légèrement chatoyant; le *saphir jaune* ou *topaze orientale*, d'un jaune pur, ou abricot, jonquille, citron; le *saphir violet* ou *améthyste orientale;* le *saphir vert* ou *émeraude orientale*, d'une couleur peu foncée: il est fort rare; le *saphir bleu clair;* le *saphir bleu barbeau;* le *saphir bleu indigo.* Ces trois dernières variétés sont les saphirs proprement dits des lapidaires.

Certains saphirs, le *saphir girasol*, le *saphir chatoyant*, le *saphir étoilé*, se font remarquer par leurs reflets vraiment merveilleux. On disait naguère que dans ce dernier était enfermée une étoile, d'un bleu vif : il envoie en effet, quand il est taillé en cabochon, des reflets qui rappellent ceux du ciel par une belle nuit d'hiver.

On trouve les saphirs dans le sable des ruisseaux qui avoisinent les montagnes granitiques de l'Inde. On en exploite aussi, mais en bien moins grande quantité, en Bohême, et même, mêlés à des zircons, dans le ruisseau de Riou Pezouliou, près d'Expailly-en-Velay.

En Europe, on taille les saphirs avec de la poussière de diamant, et on les polit avec de l'émeri, qui n'est lui-même qu'un grès dont chaque grain est un fragment de saphir.

Tous les saphirs sont de l'alumine pure. Après eux viennent les *spinelles*, qui comprennent les *rubis* proprement dits, et qui, pour le chimiste, sont de l'aluminate de magnésie.

Le rubis raye fortement le quartz, mais il est rayé par le saphir; sa pesanteur spécifique est 3,7; sa couleur par excellence, le rouge tirant un peu sur le rose; mais cette teinte subit diverses modifications, telles que le rouge écarlate, le rose, le rouge jaunâtre, et le rouge pourpré. On le trouve à

Ceylan et au Pégu, disséminé, comme la plupart des gemmes, dans le sable des rivières.

La *topaze* raye le quartz et est rayée par le spinelle. Elle a la réfraction double, s'électrise par le frottement et conserve la faculté de manifester cette propriété pendant vingt-quatre heures; sa pesanteur spécifique est de 3,5. Au point de vue chimique, c'est un silicate d'alumine avec fluor. Sa couleur jaune varie depuis la teinte la plus légère jusqu'au roussâtre le plus foncé; il y a cependant des topazes incolores, des topazes bleues et des topazes d'un violet d'améthyste.

Les topazes brutes se présentent ordinairement sous la forme de prismes à base ronde, surchargés de stries et même de cannelures profondes qui en dissimulent les pans. Les véritables topazes sont extrêmement communes; elles abondent au Brésil, et dans les mines d'étain de la Saxe, de la Bohême, du Cornouailles et de l'Écosse; c'est même de cette dernière localité que nous viennent les plus volumineuses.

L'*émeraude,* silicate double d'alumine et de glucine, raye à peine le quartz; sa pesanteur spécifique est de 2,7. Sa couleur, le vert pur; mais, plus rarement, elle présente d'autres nuances : bleu, béryl, aigue-marine, jaune de miel, jonquille, etc. L'émeraude chatoyante, qui provient de la Haute-Égypte, n'a été trouvée pendant longtemps que dans les mines de Thèbes. On en connaît maintenant le gisement naturel.

C'est l'Amérique du Sud qui fournit les plus belles émeraudes. On les extrait de la mine de Muzo, petit village de la vallée de Magdalena, dans la Colombie.

Une colline haute de cinquante mètres est le siège de l'exploitation la plus active. Dans la roche principale de la mine, un grès argilo-calcaire, se trouvent des spaths calcaires où sont comme enchâssées les émeraudes.

L'exploitation se fait en désagrégeant le terrain. Les ouvriers se tiennent sur une ligne horizontale, armés de leur pioche. Chacun détache un morceau de roche à l'aide de son

instrument, et fait tomber les émeraudes qui y sont logées. La motte de terre vide est envoyée dans le lit d'une rivière, placée là tout à point pour la recevoir.

Sous les coups des mineurs, la précieuse montagne s'en va par fragments.

On trouve encore l'émeraude dans l'Oural, dans le Salzbourg, dans l'Inde, etc.

Et nous pourrions ajouter glorieusement qu'on en trouve en France, et même de fort grosses, si les cristaux, empâtés dans le granit de Chanteloube, et dont la composition est celle de la pierre précieuse, présentaient autre chose que l'apparence des cailloux les plus vulgaires. Jamais le passant, jamais le joaillier lui-même ne soupçonnerait l'émeraude dans ces pierres grises, rugueuses, ternes, dont la cassure n'a rien de cristallin. Le chimiste seul en peut découvrir la vraie nature, et il recherche ce minéral pour en extraire le rare métal qui caractérise l'émeraude et qu'on appelle le *berylium*, et plus souvent le *glucium*.

Les *zircons* ou *hyacinthes* sont les plus lourdes des pierres précieuses; leur pesanteur spécifique est de 4,44. Ils rayent difficilement le quartz; leur aspect a quelque chose de gras comme celui du diamant : ce qui les rend quelquefois assez difficiles à distinguer au premier aspect, quand ils sont blancs. Ils sont constitués par le silicate de zircone.

Le plus beau zircon est l'hyacinthe des joailliers, dont la couleur est rouge.

Le *grenat*, silicate d'alumine et de protoxyde (potasse, chaux, oxyde de fer), raye le quartz; il a une pesanteur qui varie entre 3,4 et 4,2. Cette différence, assez considérable, tient à la plus ou moins grande abondance de l'oxyde de fer qui sert de principe colorant à cette pierre.

Le *quartz hyalin*, avec ses nombreuses variétés, clôt la série des gemmes. Il raye l'agate (un autre quartz dont nous parlerons plus loin) et il étincelle sous le briquet. Deux mor-

ceaux frappés dans l'obscurité répandent une lueur phosphorique, accompagnée d'une odeur particulière qui est connue sous le nom d'*odeur de pierre à fusil*. Il a la double réfraction; sa pesanteur spécifique est d'environ 2,6; sa cassure est éminemment vitreuse.

Le quartz incolore, ou *cristal de roche*, était pour les anciens une eau prise, par un espace de temps très long, en une glace plus solide que la glace commune. Ils appréciaient fort cette belle substance. L'impératrice Livie en offrit au Capitole un bloc de cinquante livres. Dans un accès de fureur, Néron brisa une coupe sur laquelle étaient gravés des sujets de l'Iliade et qui lui avait coûté 15000 francs de notre monnaie. C'est à Milan que se fabriquent les plus beaux ouvrages en cristal de roche. La châsse de saint Charles Borromée qu'on voit dans le dôme de Milan a des lames de cristal qui font l'office de vitres. Le quartz hyalin peut être employé à une foule d'objets qu'on fait ordinairement en cristal de verre : lustres, salières, etc. Les Chinois, qui le travaillent fort bien, en font des boutons, des cachets, des figures d'animaux et des lentilles qui leur servent de loupes.

Le plus beau cristal de roche provient de Madagascar; il est d'une limpidité parfaite.

On en trouve aussi des mines abondantes dans le Brésil, la Sibérie, le Caucase, la Suisse. Ce dernier pays a longtemps fourni de grandes quantités de quartz hyalin. C'est de la mine de Fischbach, dans la vallée de Viège en Valais, qu'a été tirée la grosse pyramide qui figura parmi les objets d'art et de science recueillis en Italie, et portés en triomphe au Champ de Mars dans les journées des 26 et 27 juillet 1797. On peut la voir au Muséum d'histoire naturelle; elle a près d'un mètre de diamètre et pèse quatre cents kilogrammes.

Les environs du Mont-Blanc, et particulièrement le dôme du Goûter, donnent aussi de très beaux quartz, que les paysans vendent aux touristes.

Dans les Alpes dauphinoises, de nombreuses mines sont ouvertes.

Le quartz se montre en gros filons qui traversent sous différentes directions les montagnes de granit ou de roches analogues. Lorsque les filons présentent des vides, le quartz cristallise d'une façon très nette et la cavité ainsi tapissée prend le nom de *four à cristaux* ou de *géode*.

Pour trouver les géodes, les mineurs ont souvent à braver les plus grands dangers dans les hautes montagnes que nous venons de nommer.

« Le principal indice qui les dirige dans la recherche des grottes ou des fours à cristaux, comme ils les appellent, ce sont, dit Saussure, les veines de quartz que l'on voit en dehors des rochers de granit ou de roche feuilletée. Ces veines blanches se distinguent de loin et souvent à de grandes hauteurs, sur des murs verticaux et inaccessibles. Ils cherchent alors, ou à se frayer un chemin direct au travers des rochers, ou à y parvenir de plus haut en se faisant suspendre par des cordes. Arrivés là, ils frappent doucement le rocher, et lorsque la pierre rend un son creux, ils tâchent de l'ouvrir à coups de marteau ou en le minant avec de la poudre. C'est là la grande manière; mais souvent aussi des jeunes gens, des enfants même, vont en chercher sur les glaciers, dans les endroits où les rochers se sont nouvellement éboulés. Mais, soit que l'on regarde ces montagnes comme à peu près épuisées, soit que la quantité de cristal que l'on a trouvé à Madagascar ait trop rabaissé le prix de cette pierre, il y a très peu de gens, pour ne pas dire personne, à Chamonix, qui en fasse son unique occupation. Ils y vont de temps en temps, comme à une partie de plaisir. »

Parmi les autres variétés de quartz qui peuvent être regardées comme des pierres précieuses, citons d'abord le *quartz violet* ou *améthyste*, dont on fait de belles parures. Les plus belles améthystes se trouvent à Ceylan,

au Brésil, en Sibérie, en Espagne, dans les Hautes-Alpes.

Le *quartz rose*, ou *rubis de Bohême* pour les lapidaires, d'une teinte très pure et très agréable, doit sa couleur au manganèse. On le trouve à Rabeinstein en Bavière, dans un filon de manganèse. Dans le département de l'Isère, il est en pleine exploitation, ainsi qu'à Châteauneuf en Auvergne, et sur plusieurs points du département de la Lozère.

Le *quartz jaune* donne la *topaze occidentale* ou *de Bohême* des lapidaires.

Le *quartz enfumé* ou *diamant d'Alençon*, ou *topaze enfumée* des lapidaires, acquiert souvent un volume assez considérable. On peut faire disparaître sa teinte noirâtre en le faisant bouillir dans du suif.

Enfin, avec le *quartz rouge* ou hyacinthe de Compostelle, et avec le *quartz chatoyant* ou *œil de chat*, nous arrivons aux pierres demi-transparentes seulement. L'œil de chat doit ses chatoiements à des filaments d'asbeste qui deviennent très sensibles lorsque ce quartz est taillé en cabochon. On le rencontre au Malabar, dans l'île de Ceylan, à Sumatra, au Cap.

CHAPITRE XI

LES PIERRES FINES TRANSLUCIDES OU OPAQUES

L'agate. — Moyen de la rendre plus brillante. — Formation des agates. — Oberstein. — Les variétés d'agate. — Objets d'art en agate. — L'opale : ses différentes sortes. — Les jaspes : leurs variétés et leurs gisements. — Les feldspaths. — Le jade, ses caractères. — Instruments de musique en jade. — Le lapis-lazuli. — La malachite. — La fluorine. — L'obsidienne.

La plupart des pierres que nous allons voir ici sont encore en quartz, et nous allons nous en occuper d'abord. Les unes, comme toutes les variétés d'agates, de cornalines, de sardoines, de calcédoines, d'onyx, sont des pierres quartzeuses translucides, dont la cassure est onctueuse. Les autres, comme les jaspes, sont des pierres quartzeuses à cassure terne, et parfaitement opaques.

L'*agate*, moins dure que le cristal de roche, fait feu au briquet; sa pâte est fine, sa cassure grasse et cireuse; sa densité est de 2,5. Quant à sa composition, elle admet, outre la silice qui en fait de beaucoup la plus grande partie, une certaine proportion de matières colorantes et de substances organiques qu'on peut isoler par distillation. Les agates les plus recherchées sont celles qu'on appelle *zonaires*, à cause des couches successives et parallèles diversement colorées dont elles sont constituées. En général, la nuance de ces couches n'est pas très vive au moment de l'extraction et on a recours, pour la rendre plus brillante, à un artifice très ingénieux resté longtemps un secret parmi les agatiers, et certainement analogue à celui que les Romains connaissaient déja

et mettaient en œuvre. Fondé sur la porosité des agates, qu'on croirait bien à tort, d'après leur apparence, absolument imperméables aux liquides, il consiste à maintenir les pierres dans de l'eau miellée jusqu'à ce que la substance sucrée ait pénétré au cœur de la masse minérale, puis à transporter celle-ci dans de l'acide sulfurique. L'acide carbonise le miel, et le charbon résultant, se mélangeant à la matière colorante naturelle en proportion variable selon la porosité relative de chaque couche, en modifie profondément l'aspect.

Il est bien naturel de se demander comment les agates se sont formées, et pour le comprendre, il faut se transporter par la pensée dans les localités où on les exploite. Longtemps et dès l'époque romaine, les agates furent retirées en grand nombre de la montagne qui domine Oberstein dans le Palatinat. La roche constituant la montagne, de nature éruptive, rentre dans la catégorie des mélaphyres et se fait remarquer dès l'abord par une structure vacuolaire qui n'est pas sans analogie avec celle de la pâte de pain. L'analogie s'étend même au mode de formation des vacuoles, qui, dans le pain comme dans la pierre, résultent du dégagement de gaz et spécialement de la vapeur d'eau au sein d'une matière pâteuse : farine délayée chez le boulanger, roche rejetée fondue des profondeurs du globe dans la nature.

La coulée rocheuse, bulleuse, toute semblable à celles qui découlent actuellement de nos volcans, se laisse bientôt pénétrer par les eaux qui ruissellent de toutes parts, et leur communique, grâce à sa chaleur, une nouvelle énergie dissolvante; elle abandonne à leur corrosion une foule de produits. Les silicates ainsi disséqués se réduisent en boue et passent à l'état de *wacke*, pendant que l'eau chargée surtout de silice va filtrer jusque dans les vacuoles. L'évaporation enduit la surface interne des cavités d'une mince couche d'agate, sans cesse accrue par l'arrivée de nouvelles proportions de liquide siliceux. Suivant la roche, plus ou moins ferrugineuse, qui

alimente la nappe liquide, la silice déposée est plus ou moins pure, plus ou moins compacte; et, comme la variation de régime affecte d'un seul coup toute la surface incrustée, à une zone de nature donnée en succède brusquement une autre toute différente. Dans maints échantillons, on retrouve la trace du canal d'alimentation. Souvent, en parvenant vers le centre des grandes vacuoles, le régime change et la silice laissée longtemps en repos se dépose en géode de quartz ou d'améthyste.

Actuellement, Oberstein étant épuisé, le gîte le plus exploité est situé dans l'Uruguay, sur les rives du Rio Salto; mais les tailleurs d'agate continuent leur industrie séculaire dans le Palatinat, et rien n'est changé pour eux, malgré l'origine maintenant américaine des pierres qu'ils travaillent.

Parmi les agates, il y a un grand nombre de sortes : l'*agate orientale*, d'un blanc cristallin, d'une grande pureté, d'un éclat brillant, pesante et glissante au toucher; l'*agate arborisée*, ainsi nommée parce que les dendrites profondes qui s'y ramifient ressemblent à des sortes de végétations; l'*agate onyx*, qui a au moins deux couches de couleurs différentes : elle peut en avoir trois, et même d'autres, et a alors plus de valeur. Il ne faut pas confondre l'agate onyx avec le marbre onyx.

Le magnifique poli de l'agate est bien fait pour tenter les artistes; aussi compte-t-on beaucoup d'objets d'art de cette substance. Le buste d'Alexandre placé au musée des Antiques est une des plus belles choses en ce genre. C'est un camée de trois pouces de haut, sur deux et demi de large, où la tête est détachée du fond, et présente un dessin des plus corrects jusque dans les moindres détails.

Non seulement on fait des camées avec les agates, mais encore on exécute sur elles des gravures très fines et très compliquées. Ainsi une très belle coupe de sardoine brunes de quatre pouces six lignes de diamètre et de quatre pouce, de haut, qui fait partie de la collection des pierres gravées de la Bibliothèque nationale, porte comme ornement les mystères

de Cérès et de Bacchus, en gravure. L'*apothéose d'Auguste* est gravée sur le plus grand onyx connu : un onyx de onze pouces de largeur sur neuf pouces de hauteur.

La calcédoine, la sardoine, la cornaline, la prase sont également des agates.

L'*opale*, une des plus belles pierres précieuses, est pour les chimistes un hydrate de silice, c'est-à-dire le produit de la combinaison chimique de l'eau avec la matière du quartz. Sa dureté est un peu moins forte que celle des autres pierres quartzeuses, puisqu'elle se laisse attaquer par la lime; mais, au reste, tous ses autres caractères sont d'accord avec ceux du genre auquel elle appartient.

L'opale a d'incomparables reflets, qui disparaissent si on la chauffe. Son grain est d'une extrême finesse, ce qui la rend susceptible de recevoir un très beau poli; sa pâte tient d'un blanc plus ou moins azuré. L'opale parfaite est celle qui, demi-diaphane, réunit le feu du rubis, le vert de l'émeraude, l'or de la topaze, quelquefois même le bleu épuré du saphir. Cette substance précieuse présente souvent des jeux de lumière extraordinaires. Une variété singulière darde, à travers sa teinte sombre, l'éclat d'une langue de feu, et paraît un charbon ardent, qui commence à s'éteindre; c'est l'*opale sombre*. Quoiqu'elle soit fort rare, elle est moins estimée pour l'ornement que celles qui sont plus claires. Les lapidaires distinguent plusieurs sortes d'opale : l'*opale noble* ou *orientale*, l'*opale arlequine* ou *à paillettes*, l'*opale girasol*, l'*opale vineuse*, que les anciens estimaient fort.

La plupart de ces variétés d'opale se trouvent en Hongrie. L'opale d'Orient a été découverte au Mexique, dans les filons de Zimapan et de Gracios de Dios. Les anciens tiraient leurs opales des Indes, de l'Égypte et de l'Arabie. Ils y attachaient un tel prix, que le sénateur Nonius, qui en possédait une de la grosseur d'une noisette, préféra se laisser exiler plutôt que de la céder à Marc-Antoine.

Les *jaspes*, qui forment la troisième espèce de pierres siliceuses, ont une cassure terne et une opacité parfaite, mais ils sont infusibles, rayent le verre, étincellent sous le choc de l'acier, comme toutes les autres pierres quartzeuses. L'analyse y trouve, outre la silice, une proportion plus ou moins grande de substances alumineuses, et de l'oxyde de fer qui joue le rôle de matière colorante. Le poli des jaspes n'est pas aussi vif que celui des agates, mais il est assez brillant pour rappeler que c'est celui d'une pierre très dure ; leurs couleurs, rarement éclatantes, tirent presque toujours sur des tons rembrunis et sombres.

Les jaspes se présentent quelquefois en couches ou en filons très puissants. Les plus belles variétés sont : le *jaspe bleu*, avec quelques filets carmin, qui vient du Levant ; le *jaspe rouge*, d'un rouge de brique foncé, et qui prend un beau poli : on le trouve en Sicile, en Piémont, dans les Hautes-Alpes, les *jaspes verts*, qui sont assez rares, s'exploitent en Sicile et près de Grenoble ; le *jaspe bleu* du Dauphiné, de la Sicile, de la Sibérie ; les beaux *jaspes noirs* de Giuliano (Sicile). Tous ces jaspes peuvent fournir des plaques assez étendues, d'une seule couleur. Il en est d'autres qui présentent l'assemblage de plusieurs nuances, soit sous la forme de taches, de zones droites ou contournées, de cercles concentriques. Tels sont : le *jaspe rubané* de Sibérie, très précieux, et qu'on peut employer pour des camées ; le *jaspe égyptien* ou *caillou d'Égypte*, répandu parmi le sable du désert, est un des plus jolis qu'on puisse voir, il reçoit un poli qui approche beaucoup de celui de l'agate ; le *jaspe jaune à dendrites vertes*, de Sicile ; le *jaspe jaune tigré de noir*, le *jaspe sanguin ;* les *jaspes fleuris* ou *jaspes agates*, qui montrent un mélange d'opacité et de demi-transparence des plus curieux. La Sicile a beaucoup de jaspes fleuris, dont on fait de très belles tables et toutes sortes de travaux de prix.

Avec les différents jaspes, du reste, on fabrique un grand

nombre d'objets d'ornement, très estimés, surtout à cause de la difficulté du travail : des vases, des plaques, des cachets, des poignées de sabre, etc. On en fait aussi des tableaux, dits *mosaïques de Florence.* Le jaspe noir est employé sous le nom de *pierre de touche* pour l'essai des matières d'or.

Les anciens travaillaient le jaspe; il nous reste d'eux plusieurs gravures sur cette matière, et surtout sur le jaspe rouge.

Nous en avons fini maintenant avec les pierres quartzeuses. Celles que nous allons passer en revue présentent des compositions très différentes.

Les *felsdpaths*, silicates doubles d'alumine et de protoxydes (alcalis ou terres alcalines), sont fusibles au chalumeau; ils sont sensiblement lamelleux, ce qui les distingue nettement des variétés de quartz avec lesquelles on pourrait les confondre au premier aspect. Plusieurs variétés sont travaillées par les lapidaires. Le *felsdpath limpide* ou *adulaire* raye le verre presque aussi fortement que le quartz. Il a la double réfraction, et sa pesanteur spécifique est de 2,5. Le *feldspath moiré* offre des reflets qui flottent et roulent à mesure que l'on varie sa position. De là son nom de *pierre de lune*, d'*œil de poisson*, etc. On le trouve au Saint-Gothard, ainsi que le précédent. Il y en a aussi à Ceylan et au sommet du mont Taurus. On le taille en cabochon ou en goutte de suif, pour faciliter le jeu de ses reflets.

Le *feldspath opalin* ou *labrador* a des reflets presque aussi brillants que ceux de l'opale, et qui peuvent se comparer à ceux qu'on admire sur les ailes de certains papillons, à la gorge des colibris. Son nom vient du Labrador, sur la côte duquel on le recueille. Enfin on connaît aussi le *feldspath vert céladon*, le *feldspath bleu* et le *feldspath aventurine*, toutes pierres fort jolies.

Le *jade*, pour les minéralogistes, est une simple variété du minéral connu sous le nom d'amphibole, et qui consiste es-

sentiellement en silicate de magnésie. Son aspect gras le fait paraître comme frotté d'huile.

Les Chinois, qui l'appellent *pierre de Iu*, en font un grand cas. On nous l'apporte de leurs pays, soit en galets arrondis, soit en objets travaillés avec une délicatesse parfaite. On ne distingue dans sa cassure ni grains, ni lames, ni aucune trace l'agrégation de superposition. « C'est une pâte tout homogène, dit Brard, qui semble avoir pris de la consistance sur place, après avoir été simplement gélatineuse. » Les couleurs du jade sont douces, peu foncées, étendues et fondues avec égalité. Il n'est point opaque, sa légère translucidité peut être comparée à celle de la cire blanche.

Sa dureté est presque égale à celle du cristal de roche, mais elle est beaucoup moins remarquable que sa ténacité, telle que le marteau le mieux trempé rebondit à sa surface plusieurs fois avant de le briser et que des pièces minces, délicates en apparence, jouissent cependant d'une grande solidité.

Les Chinois ont certains instruments de musique qu'ils nomment *kins*, et qui sont exécutés avec des pierres sonores; parmi ces pierres, le *Iu* tient une des premières places. Il y a à l'École des Mines un *kin* de jade. Disons à ce propos que ces instruments de musique en pierre ne sont pas rares. Nous avons entendu différentes fois des clowns exécuter des airs très compliqués sur des harmonicas de marbre. Dans un village d'Auvergne, on a sonné la messe pendant plusieurs années en frappant sur une dalle de lave.

Le jade se trouve surtout dans l'Inde, dans les monts Himalaya. En Sibérie, il est associé au graphite ou mine de plomb. Un trait caractéristique de son histoire, c'est que, à l'inverse de la plupart des pierres, on ne sait pas avec précision quel en est le gisement. Déjà l'homme préhistorique avait distingué le jade, et en taillait des vases et des ornements (par quels procédés? on l'ignore); l'antiquité nous a

légué une foule d'objets d'art en jade; et cependant on ne connaît pas de mines de jade.

Le *lapis-lazuli* appartient encore à la nombreuse famille des silicates; sa base principale est l'alumine, à laquelle est associée une quantité considérable de soude, ainsi qu'une proportion de soufre, dont l'état de combinaison est jusqu'ici inconnu. On sait seulement que, traité par l'acide chlorhydrique, le lapis perd sa couleur bleue, en même temps qu'il dégage de l'hydrogène sulfuré. On le trouve ordinairement en masses compactes, à cassure inégale, à peine translucide, vitreux d'éclat et bleu d'azur. Sa densité varie de 2,38 à 2,45; il est un peu moins dur que le feldspath.

Le lapis-lazuli est recherché pour la bijouterie. Autrefois il était la source unique de l'incomparable couleur dite *outremer*, qui se vendait fort cher. Depuis les travaux de M. Guignet, qui est parvenu à fabriquer artificiellement une substance identique à tous égards, le prix de l'outremer, qui a baissé d'une façon extraordinaire, en a fait une des matières colorantes les plus employées.

On trouve le lapis-lazuli en Perse, sur les bords du lac Baïkal; le plus beau vient de Chine.

La *malachite* ou carbonate vert de cuivre, a de tout temps appelé l'attention, à cause de la beauté de ses nuances allant du vert très clair au vert presque noir, et disposées généralement en zones parallèles, comme celles des agates. Sa densité est de 3,5 à 4; sa dureté est sensiblement égale à celle de la fluorine, dont nous parlons plus loin. C'est surtout en Sibérie que l'on recueille les belles variétés recherchées par les arts; mais le plus souvent elles sont à l'état de rognons si peu volumineux que les objets qu'on en fabrique doivent être composés d'un grand nombre de fragments juxtaposés, absolument comme les éléments des mosaïques. Cette circonstance n'a pas empêché de faire en malachite des meubles tout entiers, tels que les lourdes tables exposées en 1878

au Champ de Mars par M. Demidoff, et dont la valeur est énorme.

La *fluorine* ou spath-fluor doit son nom à sa fusibilité, qui en fait un auxiliaire précieux des opérations métallurgiques. C'est d'une manière exceptionnelle que ce minéral présente les qualités qu'on recherche dans les pierres fines. Dans ce cas, la fluorine est une substance presque transparente, fendillée en tous sens de très fines fissures, et offrant des nuances violettes, vertes, rosées, de l'effet le plus agréable. Elle s'est concrétée dans des filons; aussi sa structure est-elle très fréquemment rubanée, ce qui ajoute encore à son charme. Au point de vue chimique, la fluorine résulte de l'union directe du calcium, métal fondamental de la chaux, avec le fluor, qui est le seul corps simple connu qu'on ne soit jamais parvenu jusqu'ici à isoler. Mohs a pris la fluorine comme le type de son quatrième degré de dureté dans l'échelle générale des minéraux, c'est-à-dire qu'elle raye le spath d'Islande (qui porte le n° 3) et qu'elle est rayée par la chaux phosphatée ou apatite (qui porte le n° 5). La densité est égale à 3,2. Une propriété physique intéressante consiste dans la phosphorescence ou fluorescence qu'acquiert la fluorine lorsqu'on l'a chauffée.

Il y a beaucoup de fluorine en Angleterre, et à Burton on la tourne en coquetiers, en colonnes, en œufs, en poires, en boîtes de montre; on la taille en pyramides, en socles, etc.

Nous ajouterons à cette liste de pierres d'ornement l'*obsidienne*, qui est véritablement un feldspath vitreux, produit par les volcans; son aspect, sa cassure, son poli sont les mêmes que ceux du verre noir de fabrique; mais sa dureté est plus grande. En morceaux d'une certaine épaisseur, elle paraît tout à fait opaque; mais quand on en examine les bords ou les parties minces, on y voit une demi-transparence assez sensible. Il y a de l'obsidienne noire, de l'obsidienne verdâtre, de l'obsidienne rougeâtre, de l'obsidienne chatoyante. L'obsi-

dienne noire vient d'Islande, des îles Lipari, de Tokai (en Hongrie), de Madagascar, du Pérou, du Mexique. Son poli parfait l'a souvent fait employer comme miroir, et spécialement par les Incas. On fait dériver son nom d'un mot grec qui veut dire *voir*. Au temps de Pline, on la tirait d'Éthiopie, où il existe, en effet, des volcans éteints. On en fait des bijoux de deuil; aussi l'a-t-on surnommée, mais mal à propos, l'*agate d'Islande*.

CHAPITRE XII

LE GRANIT

Les pays de granit. — Les minéraux du granit : le mica, le feldspath, le quartz — Les variétés du granit : le granit porphyroïde, le gneiss. — Le micaschiste — La pegmatite. — Le porphyre quartzifère. — Filons dans le granit. — Altération du granit. — Usages du granit.

Tout le monde a vu du granit et, dans nos villes, c'est la pierre à trottoir par excellence. Si l'on creusait assez profondément, on serait sûr, dans une localité quelconque, d'arriver au granit, support universel des terrains stratifiés. Dans beaucoup de pays, il constitue la surface même du sol, et plusieurs régions de la France, qui sont dans ce cas, se signalent par la sévérité de leur aspect, la pauvreté de leurs habitants et toute une série de caractères spéciaux. Déjà, sur la carte géologique de notre pays, ces contrées se détachent nettement par leur niveau plus élevé que celui des points environnants, de façon qu'ils encaissent souvent des bassins dont le sol est formé de terrains relativement récents.

C'est ainsi que le centre et le midi de la France sont dominés par un vaste plateau qui comprend le Morvan, le Limousin, l'Auvergne, le Forez, le Velay, le Vivarais, les Cévennes et qui constitue vraiment le nœud d'une grande partie du régime hydrographique de la France. Les contours du *plateau central*, émergeant des dépôts secondaires et tertiaires, sont ceux que pourrait présenter une île au-dessus du niveau de la mer; ses côtes sont presque partout dentelées

comme celles de la Bretagne, offrant successivement des golfes profonds et des caps saillants.

Il paraît que le nom celtique de *Morvan* veut dire *Montagnes noires*, dénomination souvent employée pour désigner les montagnes couvertes de bois. Tel est en effet l'aspect du Morvan, contrée dont le sol est accidenté et mouvementé en plateaux qui s'élèvent de 600 à 800 mètres d'altitude et où prennent naissance la Seine, la Saône et la Loire. Les roches qui constituent le sol sont surtout des granits à grains fins, des granits porphyroïdes et des porphyres.

Le Charollais, le Beaujolais, le mont Dore, le Lyonnais, le mont Pilat, le Forez, les Cévennes, la Lozère, le Limousin sont essentiellement granitiques.

Il en est de même de la Vendée, et la vallée de la Sèvre y trace un sillon sud-est-nord-ouest, qui marque la direction des reliefs les plus accusés, consistant en collines et en plateaux. La partie désignée sous le nom de *Bocage vendéen* démontre que les terrains granitiques sont susceptibles de culture et de produits lorsque leur altitude est faible et que les difficultés du climat ne viennent pas s'ajouter à celles du sol. L'aptitude des terrains granitiques à la sylviculture est mise en évidence sous l'influence du climat humide de la Vendée, et l'on y admirait autrefois des forêts aussi remarquables que celles de Fontainebleau.

La Bretagne est un vaste plateau granitique, dont les dépressions ont été comblées par des dépôts diluviens. Les accidents du sol dépassent rarement 100 à 200 mètres de hauteur au-dessus des plaines environnantes, et ce faible relief explique l'allure généralement lente des eaux et la largeur des rivières, eu égard au volume débité.

Le cap du Cotentin, qui s'avance avec tant de hardiesse dans la mer, est un des traits les plus prononcés de notre littoral. Du fond de la baie de Cancale au cap de la Hague, la ligne granitique du Cotentin semble un barrage direct opposé



VUE DU BALLON D'ALSACE PRÈS DE GIROMAGNY.

aux eaux de l'Océan. Aux environs de Cherbourg, et tout le long de la côte jusqu'à Barfleur, le granit est exploité comme pierre d'appareil, comme dalles et comme bordures de trottoirs.

Les *ballons* de la partie centrale des Vosges sont formés par des granits recoupés par de très nombreuses roches éruptives. Mais les roches cristallines jouent un rôle beaucoup plus important dans la constitution des grandes chaînes des Alpes et des Pyrénées. Leur axe et tous les sommets les plus élevés sont formés de granits divers, dont la variété alpine principale s'appelle la protogine.

En dehors de la France, nous mentionnerons, comme contrées particulièrement riches en granit, toute la Péninsule scandinave, le Cornouailles, en Angleterre, etc.

La prochaine fois qu'on établira un trottoir, ramassez une écaille de granit et examinez-la avec soin; voici ce que vous y verrez : de petits grains distincts, mais serrés et enchevêtrés d'une manière intime, constituent toute la pierre. Si avec un marteau vous la réduisez en poudre grossière, rien ne sera plus facile que de trier les grains, c'est-à-dire de séparer ceux qui diffèrent et de mettre ensemble ceux qui sont pareils. Vous arriverez ainsi à faire trois tas, formés chacun d'un minéral particulier. Ces trois minéraux jouent dans la constitution du globe terrestre un rôle de première importance.

Le premier que vous remarquerez est en petites paillettes quelquefois nacrées, le plus souvent tout à fait noires, et dans tous les cas extrêmement miroitantes. C'est son éclat qui lui a valu le nom de *mica*, dérivé du verbe latin *micare*, qui veut dire briller. Sous les pseudonymes de *poudre d'or* quand il est rougeâtre, et de *poudre d'argent* quand il est blanc, le mica de certaines variétés sert quelquefois pour sécher l'écriture; mais il a reçu des applications plus sérieuses. En Sibérie, aux États-Unis, où on le rencontre en lames parfaitement transparentes ayant jusqu'à 50 centimètres et plus

de largeur, on le taille pour en faire des vitres destinées à la fermeture des fenêtres des navires. Sa grande élasticité, et par conséquent sa solidité, le rendent pour cet usage incomparablement supérieur au verre, qu'une simple vibration, telle que le retentissement d'un coup de canon, suffit souvent à réduire en éclats. Enfin, tout le monde a vu de ces belles feuilles minces de mica, sur lesquelles les Indiens et les Chinois exécutent de naïves peintures.

La seconde substance qui frappera votre vue est, à l'inverse du mica, complètement terne et pâle; ses nuances les plus habituelles sont le grisâtre, le rosâtre, le jaunâtre; on l'appelle *feldspath*, mot allemand devenu français.

Enfin, le troisième minéral essentiel du granit a exactement l'aspect de petits grains de verre ordinaire. C'est le *quartz*, auquel convient, comme nous l'avons vu, le nom de *cristal de roche*, quand il a les qualités qui sont propres aux gemmes.

Le granit présente diverses variétés, dont plusieurs sont très remarquables. Ordinairement, les trois minéraux essentiels sont en grains petits et uniformes; mais il arrive aussi que, le feldspath se présentant en cristaux plus gros, il semble disséminé au milieu du mélange plus atténué du mica et du quartz : on dit alors que le granit est *porphyroïde*. De même, la couleur du granit est loin d'être toujours la même : le mica étant parfois blanc, parfois noir, parfois vert, parfois bronzé, le feldspath étant ou blanc, ou rose, ou jaune, etc., la roche peut avoir des aspects fort variés, tout en conservant exactement sa composition. Il arrive aussi que l'arrangement particulier des éléments constituants détermine des structures spéciales. Quand le mica, comme il lui arrive souvent, *s'aligne*, c'est-à-dire dispose ses paillettes dans une direction commune, la roche, qu'on appelle alors *gneiss*, prend une contexture feuilletée plus ou moins marquée. Le gneiss est une des roches les plus importantes, et l'une des variétés les plus fréquentes du granit.

Il s'en faut de beaucoup que les trois minéraux essentiels du granit soient toujours en même proportion relative. Parfois le feldspath devient de moins en moins abondant, de sorte qu'à la fin il n'y a plus guère dans la roche que du quartz et du mica; dans ce cas, le mica orienté d'une façon uniforme donne d'ordinaire à l'ensemble une constitution feuilletée ou *schisteuse*, et l'on a le *micaschiste*. Si, au contraire, c'est le mica qui fait défaut plus ou moins complètement, la roche formée de feldspath et de quartz acquiert des caractères tout nouveaux. Avec une structure grenue, c'est la *pegmatite* qui se produit; et il faut mentionner à part la *pegmatite graphique*, dans laquelle, les cristaux de quartz s'étant alignés dans les plans du clivage du feldspath, l'ensemble sur une section plane donne l'idée de quelque manuscrit hébraïque. Avec une *pâte* de feldspath dans laquelle sont disséminés des cristaux de feldspath et des cristaux de quartz, on a le *porphyre quartzifère*, remarquable par le nombre de ses variétés et par les usages auxquels elles sont propres. C'est par une simplification encore plus grande, que le porphyre peut être dépourvu de quartz et consister simplement en une pâte de feldspath, renfermant des cristaux de même composition.

A l'inverse des précédentes, certaines variétés de granit résultent de l'adjonction de minéraux supplémentaires. L'addition au granit du minéral noir appelé amphibole donne lieu à la *fausse syénite*, dont l'obélisque de Louqsor, sur la place de la Concorde à Paris, est un si bel échantillon. L'adjonction de mica talqueux vert produit la *protogine*, dont la cime du mont Blanc est bâtie.

D'ailleurs, quand on recherche avec soin les espèces minérales que le granit peut contenir, on voit qu'elles sont extrêmement nombreuses. Parmi elles, quelques-unes sont assez intéressantes pour que nous les mentionnions ici. Indépendamment du quartz essentiel, le granit renferme souvent du cristal de roche à divers états, dont les plus remarquables sont

ceux de *filon* et de *géode*. Les filons de quartz des granits, d'un éclat gros et d'une translucidité laiteuse, renferment souvent des grains de minéraux très variés ; c'est dans cette situation qu'on rencontre l'or métallique dit en filon, l'oxyde d'étain, la tourmaline, la topaze, l'émeraude et beaucoup de gemmes. Les géodes de quartz des granits ont parfois d'énormes dimensions et constituent, ainsi que nous l'avons vu, des *fours à cristaux*. Dans le granit de l'ouest de la France, le quartz est noir et les joailliers l'ont taillé longtemps sous le nom très ambitieux de *diamant* d'Alençon.

C'est dans une situation analogue à celle du quartz que le feldspath existe souvent au travers du granit. Sur les trottoirs de Paris, on peut remarquer de longues bandes rougeâtres qui traversent les dalles dans toute leur largeur : ce sont des filons de feldspath. En géodes se présente, entre autres, le beau feldspath vert connu sous le nom de *pierre des Amazones*, à cause de sa fréquence sur les rives du grand fleuve américain.

Enfin, le troisième minéral essentiel du granit, le mica, se rencontre parfois en lames énormes, qu'on exploite avec grand soin pour une foule d'usages industriels.

Certes le granit peut compter parmi les roches les plus dures et les plus résistantes : les poètes en ont fait à maintes reprises le symbole de la solidité. Cependant pas plus que les autres matériaux dont se compose le globe, il n'est éternel ; et il suffit d'aller l'observer dans les montagnes ou dans les falaises pour constater qu'il subit une démolition de tous les instants. Les agents qui réalisent ces effets sont surtout les intempéries, les cours d'eau, la mer et les glaciers. Les *galets* et les blocs granitiques, si communs dans une foule de régions, ont leur contrepartie exacte dans les excavations que présentent les massifs de granit. Du nombre sont les grottes et cavernes des falaises de la Bretagne, les *fjords* si caractéristiques de la côte de Norvège, les cannelures glaciaires et les *marmites de*

géants dont sont criblées les vallées remplies par les glaces.

Mais le granit n'a pas subi seulement des altérations purement mécaniques; en plusieurs régions, des agents chimiques se sont attaqués à ses minéraux constituants et les ont partiellement dissous. C'est ainsi que le feldspath a passé, par la perte de sa potasse, à l'état de kaolin, ou terre à porcelaine, et plus fréquemment d'argile. D'ailleurs, c'est une altération à la fois mécanique et chimique que les végétaux inférieurs, et spécialement les lichens, infligent au granit, et dont le résultat le plus frappant est la terre végétale, support universel des plantes.

Les usages auxquels on a su appliquer le granit sont extrêmement nombreux. Une foule de constructions sont faites de granit, non seulement dans les contrées telles que la France centrale et la Bretagne, où l'on n'a pas d'autre pierre à bâtir, mais même dans les pays où on doit le transporter à grands frais et qui tiennent à employer des matériaux capables de défier les injures du temps. Il convient, à cet égard, de choisir avant tout les variétés de granit auxquelles on s'adresse. A Pétersbourg, on a fait à grands frais d'énormes constructions avec un granit partculier, dit *Rappakivi*, et remarquable par la présence simultanée de deux sortes distinctes de feldspath. Au bout de peu de temps, ces constructions sont tombées en poussière par suite de la kaolinisation de l'un des deux feldspaths.

C'est à une très haute antiquité que remonte l'emploi architectonique du granit. Les menhirs, les dolmens, etc., que les druides ont trouvés sur le sol de la Gaule et utilisés, sont, pour la plupart, construits en roches granitiques. De même, les fortifications dont les auteurs sont restés inconnus, et qu'on nomme *fort vitrifiés*, parce que les blocs qui entrent dans leur construction ont été en partie fondus par l'application d'un feu violent, sont très souvent en granit.

Outre leur emploi pour la construction proprement dite, les

roches granitiques sont recherchées comme propres à la décoration des édifices : les colonnes, les obélisques, les escaliers, les revêtements en granit sont remarquables et riches. Le granit de Jersey est taillé sous forme de véritables bijoux.

On peut rattacher aux usages du granit l'usage qu'on fait en céramique de son produit d'altération, le kaolin, et rappeler que la plupart des argiles, terre à brique, terre à pot, terre de pipe, etc., sont d'origine granitique plus ou moins pure.

L'histoire du granit ne serait pas complète si nous n'ajoutions qu'on ne sait pas encore exactement comment s'est formée cette roche fondamentale. De nombreuses expériences, inaugurées par Buffon, démontrent que ce n'est pas par fusion simple que l'association du quartz, du feldspath et du mica a pu se développer ; car, par le feu, cette association se transforme en un verre parfaitement homogène. Il est probable que l'eau, à une très haute température et par conséquent à une très forte tension, a coopéré à la cristallisation qui nous occupe ; mais jusqu'ici on en est réduit, sur ce sujet, à des conjectures.

CHAPITRE XIII

LA PIERRE A FUSIL

Le briquet. — L'âge de la pierre. — Composition du silex. — Gisement du silex. — Origine de la matière organique du silex.

Voilà un nom qui ne rime plus à grand chose, les fusils étant généralement dépourvus de toute espèce de pierre. Mais vous savez qu'avant l'invention des amorces fulminantes, c'était l'étincelle obtenue par le choc d'une pierre contre un morceau d'acier qui déterminait l'inflammation de la poudre. C'était alors une industrie considérable que la taille des pierres à fusil et des pierres à briquet, et, si elle est bien déchue de son ancienne splendeur, on sait qu'elle existe cependant encore; les fumeurs trouvent souvent avantage à substituer aux allumettes, qui ne prennent pas toujours, le briquet à pierre, d'ailleurs très perfectionné.

Du reste, même à l'époque où florissait le fusil à pierre, le minéral qui fait l'objet de ce chapitre avait déjà beaucoup perdu de son importance industrielle. Aux premiers temps de l'humanité, il était d'un usage constant et constituait la matière première des armes, des outils et des ustensiles les plus variés : tellement que ces époques anciennes sont souvent réunies sous le nom d'*âge de la pierre*.

Aujourd'hui les usages de cette matière, jadis si utile, sont bien restreints, le principal étant d'entrer, à l'état de poudre très fine, dans la préparation de certaines pâtes céramiques. Mais son intérêt n'a pas diminué pour cela, et son histoire mérite de nous arrêter un moment.

Les savants ont conservé à la pierre à fusil la qualification de *silex*, sous laquelle les anciens désignaient le caillou, et ils en ont fait dériver les noms de la silice et du silicium. Au point de vue chimique, le silex est, comme le quartz, de la silice ou oxyde de silicium à peu près anhydre. Mais il diffère, à première vue, du cristal de roche par l'absence de toute cristallisation. D'ailleurs, ce n'est pas un produit absolument minéral, et, quand on le soumet à la distillation, on en isole un liquide aqueux chargé de principes organiques.

Le silex ne constitue pas seul des couches importantes de terrain. Il se trouve le plus ordinairement en lits de rognons compris dans des formations très différentes, et spécialement dans les assises de craie blanche. Nulle localité n'est plus favorable à leur observation que l'escarpement des falaises de la haute Normandie. Vus d'un peu loin, ils apparaissent en lignes noires, horizontales, diversement espacées, qui tranchent nettement sur le blanc du mur vertical, souvent haut de cent mètres. Le volumineux amas de galets arrondis qui sont comme un rempart placé entre la mer et la terre ferme, résultent de la démolition des silex par les flots et de leur usure par leurs chocs mutuels.

La forme plus ou moins sphéroïdale des galets contraste absolument avec les profils branchus et bizarrement contournés des *rognons* empâtés dans la craie. L'allure de ces derniers prouve évidemment que la pierre dure s'est constituée au sein du calcaire tendre, après que celui-ci avait déjà acquis sa consistance actuelle. Parmi les faits les plus éloquents à cet égard, il suffira de mentionner la présence fréquente de fossiles, qui sont ou partiellement ou même complètement enchâssés dans le silex.

Quant au mécanisme de cette production, il s'en faut de beaucoup qu'il soit très clair. Évidemment, on peut supposer que la substance siliceuse, répartie d'abord, sous la forme d'un liquide gélatineux, dans la boue crayeuse qu'elle imbibait

uniformément, s'est ensuite accumulée autour de certains centres d'attraction, déterminés peut-être par la présence de débris organiques. Mais les silex de la craie offrent une série de caractères spéciaux qui permettent de supposer aussi qu'ils se sont produits et accrus par le jeu de forces comparables à celles qui président à la croissance des récifs madréporiques et qui sont de nature vivante. Si l'on suppose chez le polypier, où déjà le squelette représente une fraction si considérable du poids total, que la proportion de matière organique diminue encore, on aura quelque chose de très analogue au silex. Celui-ci grandit souvent par couches concentriques, comme les îles de coraux. Enfin, arraché à sa gangue, il meurt véritablement, et de cohérent qu'il était, il se réduit en une substance friable et dépourvue de composés organiques.

Remarquons enfin que, si l'on admet la nature vivante des silex de la craie, il ne faut pas pour cela en faire des êtres datant de l'époque reculée où la craie s'est produite. Ils sembleraient plutôt appartenir à la faune actuelle et témoigner d'une forme particulière de la vie, qui trouve ses conditions favorables au sein même des couches calcaires.

On ne peut pas séparer du silex une roche bien voisine, souvent en rognons aussi, et qui, renfermant beaucoup d'eau dans sa constitution, se rapporte à la même espèce que l'opale de lapidaire. Le type est dans les pierres arrondies appelées *ménilites*, qu'on trouve à Paris même, dans les couches voisines de celles d'où l'on tire la pierre à plâtre. On peut le rapprocher du silex résinite, si abondant, par exemple, sur le versant sud de la montagne de Gergovie, auprès de Clermont-Ferrand.

CHAPITRE XIV

LA PIERRE MEULIÈRE

Qualités de la meulière pour les constructions. — Carrières de meulière. — Variétés. — Meulières de Beauce et meulières de Brie. — Leur mode de formation.

Pour la construction des réservoirs des eaux, pour l'établissement des fortifications, pour l'édification des fondations, rien ne vaut la meulière; aucune roche n'est à la fois aussi résistante et aussi peu lourde. Formée d'un quartz qui a la dureté du cristal de roche, elle est souvent aussi caverneuse qu'une éponge, et cette circonstance est des plus propres à favoriser l'adhérence du ciment.

Un autre mérite de la meulière, dû aux mêmes causes, et duquel elle prend son nom, c'est de se prêter merveilleusement à la fabrication des meules de moulin. Une localité de Seine-et-Marne, La Ferté-sous-Jouarre, expédie des pierres à moudre jusqu'en Amérique.

On exploite la meulière dans des terrains relativement récents, puisqu'ils appartiennent à la catégorie des formations que les géologues qualifient de *tertiaires*. Autour de Paris, les carrières d'où on la tire sont innombrables. En même temps elles sont fort curieuses à visiter, ayant des caractères fort exceptionnels.

On est habitué, dans les carrières, à voir la roche exploitée se présenter en grandes dalles superposées, parallèles entre elles, souvent horizontales; — ou bien en masses uniformes

traversées par des fissures diversement orientées. Le premier cas est, par exemple, celui de la pierre à bâtir, de la pierre à plâtre, etc. ; le second est celui du granit.

Pour la meulière, la disposition est bien différente. Ici la substance recherchée gît sous forme de blocs de toutes grosseurs et de toutes formes, disséminés sans ordre dans une argile bariolée. Le carrier n'a vraiment qu'à la déballer de la matière plastique où elle est enfouie.

Il y a d'ailleurs parmi les meulières d'une même carrière de très nombreuses variétés. Outre la meulière type, siliceuse et vacuolaire, on en trouve de tout à fait compacte, sans trous, comparable à la pierre à fusil. Les nuances varient du gris au noir, au rouge, au violet, au blanc de lait. Dans la pâte, il n'est pas rare de discerner des fossiles : coquilles d'eau douce, comme des lymnées, des planorbes, des paludines; plantes aquatiques, comme des nénuphars et des charas. Ces derniers ont laissé dans la pâte pierreuse les empreintes de leurs tiges, de leurs feuilles et aussi de leurs graines, qui sont de toutes petites boules portant un petit filet roulé en hélice à leur surface. Il y a bien longtemps qu'on a remarqué ces petits fossiles, mais c'est récemment qu'on en a enfin découvert la vraie signification.

Une particularité à noter, c'est que la composition de la meulière peut varier beaucoup, par suite de l'addition du calcaire à la silice, de telle sorte qu'on passe, par des intermédiaires tout à fait insensibles, de la pierre entièrement quartzeuse au calcaire proprement dit. Parfois ces extrêmes sont fort rapprochés l'un de l'autre, et, par exemple, à Villejuif, à la porte de Paris, on trouve la meulière d'un côté de la route et le calcaire de l'autre côté.

Les meulières les plus abondantes du nord de la France sont désignées sous les noms de meulières de Beauce et de meulières de Brie, parce qu'elles forment le sol de ces deux anciennes provinces; mais les géologues ont reconnu qu'elles

n'ont pas toutes le même âge géologique. Celles de Brie se sont formées avant l'épais dépôt des sables dits de Fontainebleau; celles de Beauce se sont formées après. Le mode de formation a été certainement le même dans les deux cas, et le dépôt des sables une simple interruption du phénomène.

Quant à celui-ci, il paraît être éclairé de la manière la plus certaine par l'observation contemporaine des sources chaudes qui, sous le nom de *geysers*, déposent, en Islande, en Nouvelle-Zélande, dans l'ouest des États-Unis, au Kamtschatka, etc., d'énormes concrétions siliceuses autour de leurs bassins. Quand on compare ces geysérites, comme on les appelle, aux meulières tertiaires, on trouve, pour l'aspect, comme pour l'empâtement de corps organisés, une identité parfaite. La seule différence, destinée sans doute à s'effacer avec le temps, tient à la présence, dans la silice actuelle, d'une forte proportion d'eau, absente dans la meulière tertiaire. Elle ne suffit pas pour empêcher de croire qu'à l'époque tertiaire la région où se trouvent maintenant les environs de Paris était criblée d'éruptions aqueuses, fort analogues à celles qui caractérisent aujourd'hui les pays lointains que nous venons de mentionner.

CHAPITRE XV

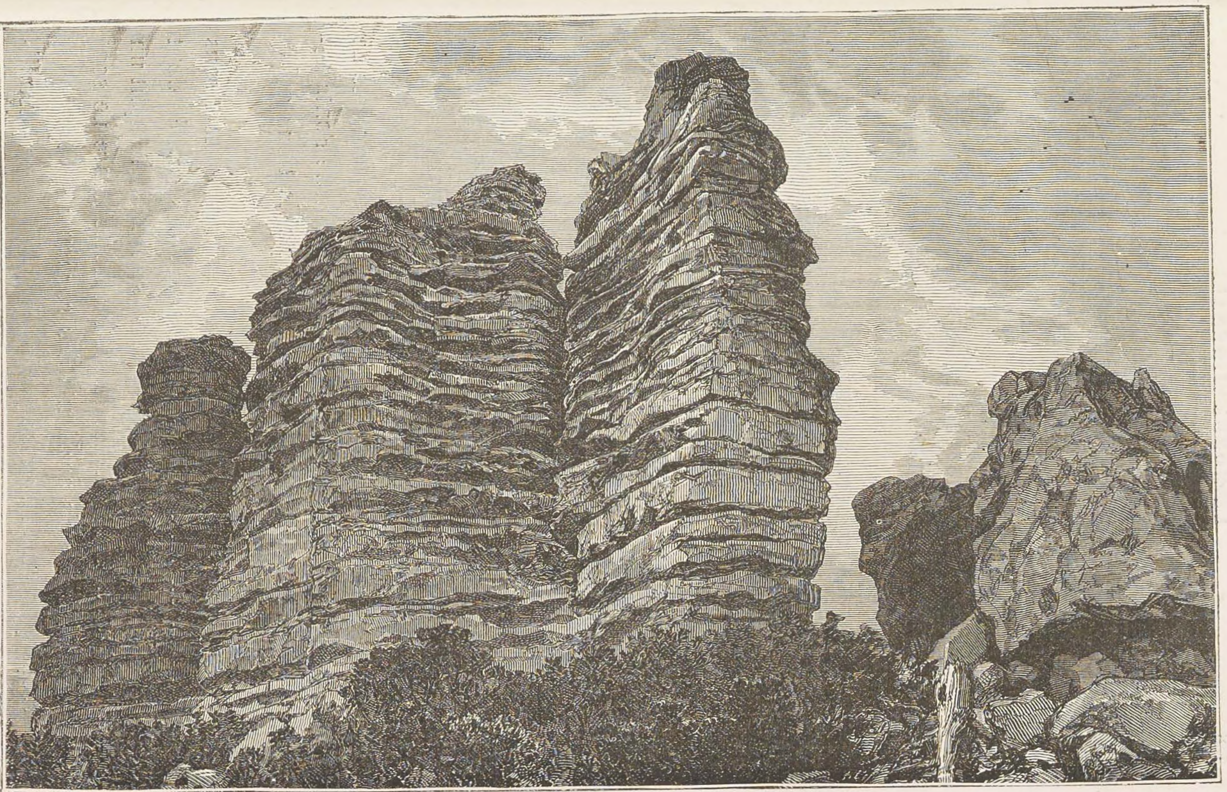
LA PIERRE A PAVER

Aspects très divers du grès. — Les rognons de grès. — Composition des grès. — Géologie des grès.

Bien qu'on emploie pour le pavage des matériaux divers, on réserve le nom qui fait le titre de ce chapitre pour certaines variétés de *grès*.

Vous pourriez voir, par exemple, dans diverses parties de la forêt de Fontainebleau, de grandes exploitations de pavés, et cette visite serait aussi instructive qu'agréable. Vu en petit, le grès constitue des couches horizontales entre lesquelles, au-dessus desquelles et au-dessous desquelles se trouvent parfois des sables parfaitement mobiles. En grand, il est facile de constater que réellement le grès constitue des masses arrondies noyées au milieu des sables, et rentrant dans la catégorie des productions auxquelles en géologie on donne le nom de *rognons*.

Les rognons de grès offrent à l'observateur une série de particularités intéressantes. Tout d'abord, la cohérence et la dureté des couches successives dont ils se composent est extrêmement variable. Tandis que les unes tombent en sable sous la moindre pression, d'autres défient longtemps les efforts du marteau et font feu sous l'acier, comme le silex. Souvent ces derniers ont une cassure lustrée et conchoïde, comparable à celle de l'obsidienne. Avec un coup convenablement



ASSISES DE GRÈS DÉCHIQUETE DU COLORADO.

dirigé, les ouvriers s'amusent à produire des cassures coniques très régulières, dont on voit des spécimens dans toutes les collections. La nuance des couches de grès n'est pas plus uniforme que leur cohérence : il en est de blanches comme le sucre, de jaunâtres comme la cassonade, de rouges, de noires, de brunes, de verdâtres, et parfois ces colorations diverses prennent, sur le même échantillon, la forme de bigarrures capricieuses : un étage géologique s'appelle *terrain des grès bigarrés*.

La surface des rognons grèseux est tantôt lisse comme une table, tantôt toute tuberculeuse, et, dans ce cas, par l'exposition à l'air, elle prend l'apparence d'un dallage, qui, sur les masses arrondies qu'elle termine, évoque parfois, au milieu des massifs de la forêt, l'idée de quelque carapace écailleuse d'animal fossile.

Mais c'est sous les rognons que les accidents de la forme sont les plus bizarres. Souvent elle est toute chargée de globules pierreux qui en pendent en amas élégants, et qui livrent au chercheur leurs grains isolés ou réunis en grappes.

Avec les boules, il se présente parfois des *cristaux de grès*, nom impropre d'un accident très curieux. Il s'agit de masses ordinairement groupées, ayant précisément les formes des cristaux rhomboédriques du spath d'Islande ou carbonate de chaux. La localité de Belle-Croix, dans la forêt de Fontainebleau, a longtemps été fameuse par les cristallisations qu'on en retirait.

Les grappes et les cristaux n'existent pas seulement sous les rognons, on les retrouve sur la paroi des cavités dont souvent sont trouées les masses pierreuses, et que remplit un sable tout à fait meuble. Les chambres de ce genre ne sont d'ailleurs pas les seuls accidents des rognons ; des filons les traversent qui, dans les grès lustrés, sont enduits de cristallisations quartzeuses, brillant au soleil comme des diamants.

Si vous jetiez un petit morceau de pavé ordinaire dans un

acide, tel que du fort vinaigre, vous verriez le liquide bouillonner ; il y a, comme disent les chimistes, *effervescence* et de l'acide carbonique se dégage. En même temps la pierre se désagrège, et il reste du sable au fond du vase, du sable tout pareil à celui qui emballe vraiment les rognons de grès dans les carrières. De sorte qu'il suffit de supposer qu'une source d'eau calcarifère incrustante vienne sourdre dans un lit de sable, pour comprendre que ce sable s'agglutine et devient du grès. Et c'est justement à la présence d'une proportion considérable de calcaire que les cristaux de Belle-Croix doivent leurs formes géométriques. Le calcaire, en effet, y a cristallisé comme s'il était seul, entraînant simplement le sable à l'état d'impureté.

Mais il s'en faut de beaucoup que le ciment des grès soit toujours calcaire; dans les grès lustrés, il est siliceux; et dans les grès colorés en jaune, en rouge, en noir, il est à base de fer et de manganèse. On a assisté, au Muséum d'histoire naturelle, à la production d'un véritable grès artificiel à ciment d'oxyde de fer. A l'extérieur de la galerie de géologie est exposé un énorme bloc de pyrite de fer, venant du Portugal. Sous l'influence des intempéries, ce minéral s'oxyde lentement et les pluies qui le lavent entraînent dans le sol une grande quantité de sulfate de fer. Ce sel, soumis à des décompositions diverses, donne lieu au dépôt d'un oxyde de fer hydraté ayant l'apparence et la composition de la rouille. Or, pendant le siège de 1870, et pour se conformer aux ordonnances de police, on avait placé près de la galerie des tas de sable destinés à éteindre les commencements d'incendie que les obus pouvaient allumer. L'un de ces tas reçut les infiltrations provenant de la pyrite et c'est entre les grains de sable que l'oxyde de fer se constitua peu à peu. Il ne tarda pas à les cimenter ensemble et par conséquent à les tranformer en un véritable grès ferrugineux, dont on a conservé des échantillons.

En résumé, le nom de grès convient à des roches formées par des sables dont les grains sont réunis entre eux par un ciment minéral. De même que le ciment, le sable peut varier de nature, et il en résulte que les grès diffèrent beaucoup les uns des autres. Ils jouent dans la structure du globe un rôle de première importance, et l'on en trouve à tous les niveaux.

Dans les terrains les plus anciens, les grès, appelés *grauwackes*, sont constitués par la réunion de débris rocheux extrêmement variés, et bientôt après ils sont remarquables par la nuance rouge foncé qu'ils présentent dans beaucoup de localités, telles que l'Écosse. Dans le terrain houiller, les grès dits *psammites* (du mot grec qui veut dire *sable*) sont intimement associés au charbon de terre, et c'est dans leur masse que se sont conservées maintes empreintes végétales. Le grès des Vosges, le grès bigarré, l'arkose, le grès vert, la molasse caractérisent des formations géologiques de plus en plus récentes.

Certains grès des bords du Rhin sont exploités comme minerais de plomb, spécialement à Bleyberg, près de Commern, à cause de la galène qui en cimente les grains; dans le gouvernement de Perm en Russie, de même qu'à Coro-Coro en Bolivie, les grès sont recherchés à cause du cuivre carbonaté ou même libre, à l'état métallique, qui relie entre elles les particules sableuses. Les grès de Coro-Coro sont, en même temps, riches en argent. Enfin, il n'est pas inutile de rappeler que c'est dans des roches gréseuses que gisent beaucoup de diamants au Brésil.

CHAPITRE XVI

LES ARDOISES

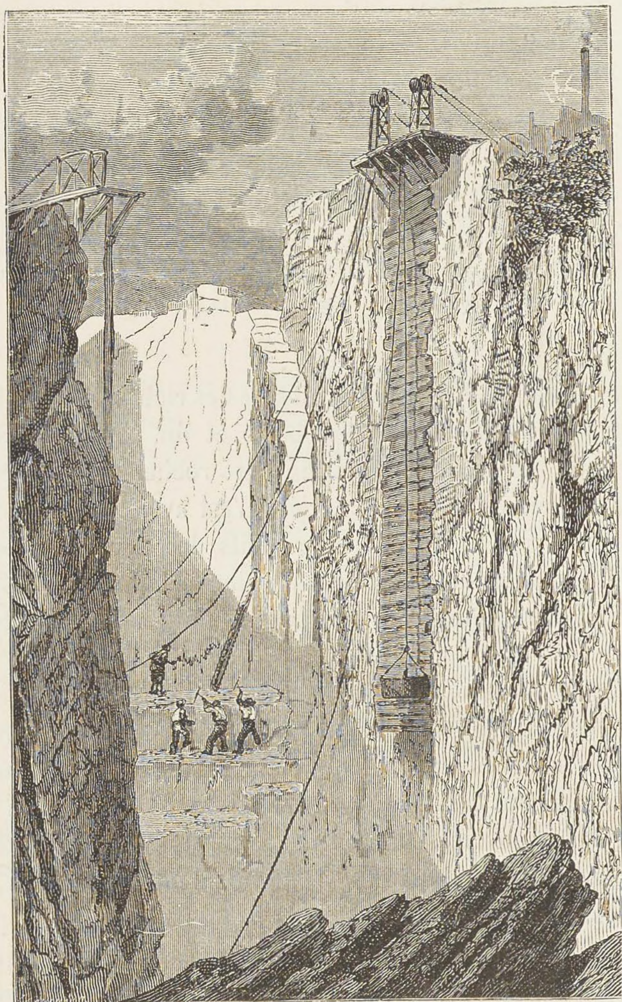
Usages et propriétés de l'ardoise. — Les fendeurs d'ardoise. — Extraction de l'ardoise. — Manière de faire de l'ardoise avec de l'argile. — Le métamorphisme. — Chaleur interne. — Contraction de la Terre sur elle-même.

L'exploitation des ardoises est une des richesses principales du département de Maine-et-Loire et du département des Ardennes. La consommation de cette roche est considérable et les usages en sont très variés. C'est avec les ardoises les plus fines que l'on couvre les toits des maisons et qu'on fait les planches à écrire; avec de plus épaisses, on taille des dalles et des revêtements destinés aux murs exposés à l'humidité.

Tous ces emplois dérivent d'une même propriété de l'ardoise : celle de se fendre, dans une direction déterminée, suivant des surfaces parfaitement planes. Les premières qualités d'ardoises sont celles qui peuvent atteindre le plus de minceur, et les ouvriers chargés de cette division, les *fendeurs*, comme on dit, déploient un véritable talent. Ils en sont d'ailleurs fort mal récompensés, car ils vivent dans une atmosphère chargée, par suite même de leur travail, de grains aigus de poussière minérale, dont l'effet sur les poumons dans lesquels ils pénètrent, est d'amener des déchirures et, en peu d'années, la mort.

A leur arrivée dans les ateliers de fendage, les ardoises sont en blocs épais, encore humides de l'eau de carrière, et

que des enfants apportent sur leur dos ou dans de petits chariots.



UNE CARRIÈRE D'ARDOISE

Quant à l'extraction proprement dite, elle varie suivant les

localités : dans les Ardennes, elle a lieu au sein de mines profondes; aux environs d'Angers, elle se fait, en partie, dans des carrières à ciel ouvert.

On sera peut être surpris d'apprendre que les ardoises ont la même composition chimique que les argiles, avec un peu d'eau en moins et consistent, par conséquent, en silicate d'alumine. Il ne semble cependant y avoir aucune analogie entre ces deux roches, dont l'une se délaye et fait pâte avec l'eau, tandis que l'autre doit précisement à sa résistance aux agents atmosphériques l'usage qu'on en fait pour couvrir les maisons.

Toutefois rien n'est plus facile que de fabriquer artificiellement de l'ardoise avec l'argile, non pas, il est vrai, dans des conditions favorables à des applications industrielles, mais avec des circonstances fort instructives. Si l'on chauffe de l'argile à une température convenable, on lui fait perdre une partie de son eau, et le produit présente alors rigoureusement la composition de l'ardoise. Cependant la structure de l'argile cuite est aussi compacte que celle de la terre à brique ordinaire. Mais, si avant la cuisson on la soumet au laminoir, ainsi que l'ont fait des géologues anglais, tels que M. Sorby et M. Tyndall, alors on la voit se feuilleter comme la galette, et présenter, par conséquent, tous les caractères principaux des ardoises naturelles.

Ces expériences très simples révèlent le mode de formation des ardoises, et l'on ne saurait douter qu'elles ne représentent le produit de la transformation, du *métamorphisme*, comme on dit, de très anciens dépôts argileux, soumis pendant de longues suites de siècles à l'action combinée de la chaleur et de la pression. Il est bien remarquable, à cet égard, que les terrains ardoisiers sont tous des terrains métamorphiques. Près d'Angers, comme dans les Ardennes, les couches datent au moins du commencement des temps siluriens. Si, dans certaines localités, comme le Platenberg en Suisse, on trouve

de vraies ardoises beaucoup plus récentes (elles sont tertiaires), il faut remarquer que le sol y a subi des actions mécaniques et calorifiques exceptionnellement intenses. Enfin, la texture feuilletée ou schisteuse est si bien liée au métamorphisme, que, dans les pays de montagnes, non seulement les roches argileuses, mais toutes les roches se débitent en feuillets. Dans les Alpes, par exemple, les granits qui passent alors au *gneiss* sont feuilletés, les calcaires ou marbres sont feuilletés, les grès ou quartzites sont feuilletés, et le tout est enclavé dans des micaschistes, des chloritoschistes, des talcschistes, qui sont eux-mêmes, comme le dit leur nom, éminemment schisteux.

Au Platenberg comme à Angers, les ardoises contiennent des empreintes provenant d'animaux tertiaires ou siluriens. Sous l'effet de pressions auxquelles la roche doit sa schistosité, ces empreintes se sont déformées et étirées de façon à n'être plus, comme on l'a dit, que des caricatures des êtres dont ils proviennent, et il suffit de les rapprocher d'empreintes régulières pour apprécier l'énergie de la force qu'elles ont subi.

Cette force, si intense que le soulèvement des montagnes doit être regardé comme l'un de ses effets, est due, à n'en pas douter, à la contraction de la Terre sur elle-même. Notre planète se refroidit, en effet, constamment, par le rayonnement vers les espaces célestes, et la diminution de volume de son noyau intérieur amène l'écorce à se refouler horizontalement.

CHAPITRE XVII

LA TERRE A BRIQUES

Une carrière d'argile. — Mode de formation de l'argile plastique. — Les salzes ou volcans de boue. — Les différentes terres à briques. — Cuisson de la brique faite avec le limon.

C'est vraiment une substance bien remarquable que cette terre, plastique en mélange avec l'eau, capable de prendre sous les doigts ou dans un moule une forme quelconque, et devenant, après la cuisson, dure, sonore, résistante comme de la pierre.

Sans l'argile, la vie serait bien plus difficile, et dès l'antiquité préhistorique, dont la science déchire les voiles d'une manière si imprévue, l'homme faisait déjà des poteries grossières, avec de la terre glaise plus ou moins cuite.

Il suffit d'aller à la porte même de Paris pour voir comment, à Vanves, se présente l'argile. Elle a des caractères très particuliers, et son étude peut fournir un but à un examen des plus intéressants.

Sous les assises de pierre à bâtir apparaît une très épaisse couche de glaise d'un gris ardoisé, recoupée par le travail des ouvriers en une série de gradins. L'exploitation se fait à l'aide d'outils tranchants en fer, constamment mouillés, qui débitent la roche en pains prismatiques de dimensions uniformes.

En approchant, on s'aperçoit que la masse n'est pas tout à fait homogène : à divers niveaux apparaissent des lits de sable

blanc, des portions où l'argile, bigarrée de rougeâtre et de jaunâtre, renferme souvent de beaux cristaux de gypse, et çà et là des blocs arrondis très différents les uns des autres. Les uns, de cassure brillante et métallique, sont de la pyrite; d'autres, brun ocracé, sont formés de minerai de fer appelé *sidérose*. Il en est de pierreux, relativement lourds et riches en *scélestine* ou sulfate de strontiane; de globulifères et consistant surtout en sous-sulfate d'alumine hydraté, et appelés *webstérite*, etc. Si nous mentionnons des filets de lignite pyriteux près desquels se montrent des empreintes végétales et quelques coquilles d'eau douce, on aura une idée très complète du terrain d'argile plastique.

L'origine et le mode de formation de l'argile plastique ont fortement préoccupé les géologues. Quelques-uns d'entre eux, et des plus illustres, sont d'avis qu'il faut accorder à cette roche une origine profonde. Leur motif consiste dans l'analogie de l'argile avec certains produits des éruptions des volcans boueux ou salzes. On sait que ces volcans sont des cônes qui ne diffèrent point, si ce n'est par leurs dimensions, des puissants volcans des Indes ou de Java. « Comme ces grandes montagnes, ils secouent le sol et le déchirent pour expulser les matières renfermées; ils émettent des gaz et des vapeurs en abondance, accroissent leurs talus de leurs propres débris, se déplacent, changent de cratères, font disparaître leurs sommets dans leurs explosions. Enfin, parmi eux, les uns sont incessamment en travail, tandis que d'autres ont leurs périodes de repos et d'exaspération. Les volcans de boue sont en grand nombre sur la terre, et, comme les volcans de lave, c'est principalement à une faible distance de la mer qu'ils élèvent leurs petits cônes. En Europe, les plus remarquables parmi ces monts qui vomissent la boue sont ceux qui se trouvent aux deux extrémités du Caucase, sur les bords de la mer Caspienne et des deux côtés du détroit d'Iénikalé. A l'est, les sources boueuses de Bakou se distinguent surtout par leur

association avec les gaz inflammables; à l'ouest, celles de Taman et de Kertsch épanchent pendant toutes les saisons, mais surtout pendant les sécheresses, de grandes quantités de fange noirâtre. Un de ces volcans de boue, le *Gorela*, que du temps du voyageur Pallas on appelait *Prekla*, c'est-à-dire l'Enfer, à cause de ses fréquentes éruptions, n'a pas moins de 75 mètres de hauteur, et du cratère parfaitement distinct se sont écoulés des torrents boueux dont l'un avait 800 mètres de long et un volume d'au moins 650 000 mètres cubes. Les *volcancitos* de Turbaco, décrits par Humboldt, et les *Maccalube* de Girgenti, explorés depuis Dolomieu par la plupart des savants européens qui s'occupent des forces souterraines, sont aussi des exemples bien connus des sources de boue et peuvent servir de types à tous les monticules du même genre. En hiver, après de longues pluies, la plaine des *Maccalube* est une surface d'argile et d'eau formant une sorte de pâte bouillonnante d'où la vapeur s'échappe en sifflant; mais la chaleur du printemps et de l'été durcit cette argile en une croûte épaisse que les vapeurs percent sur divers points et recouvrent de monticules grandissants. A la pointe de chacun de ces cônes, une bulle de gaz gonfle en ampoule la bouillie argileuse, puis la fait crever et l'épanche en une mince nappe sur le talus; le liquide retombe dans le cratère; puis une nouvelle bulle soulève d'autre argile, l'étend sur la première couche déjà durcie, et ce va-et-vient continue sans cesse jusqu'à ce que les pluies d'hiver aient de nouveau délayé tous les cônes[1]. » Tel est, dans toute sa simplicité, le jeu de ces volcans, dont le produit a la plus intime analogie avec notre argile plastique, et l'on peut croire qu'à l'époque tertiaire les points où sont maintenant Vanves ou Montereau ressemblaient aux environs actuels de Girgenti.

L'argile plastique est par excellence la terre à briques et la

1. *La Terre*, par F. Reclus, t. I, p. 679.

terre à poteries, mais elle est loin d'être la seule, et toutes les argiles, beaucoup de marnes et certains limons sont activement recherchés pour les mêmes usages. Les marnes vertes, qui recouvrent avec tant de constance la formation gypseuse parisienne, donnent des tuiles et des briques dont la magnifique couleur rouge est fort appréciée. Cette couleur, due à une forte proportion de fer, communique d'ailleurs à la terre cuite une fusibilité qui en interdit l'emploi dans les opérations où intervient une haute température. Dans ce cas, on recherche les briques blanches connues sous le nom de *réfractaires*.

Comme limons propres à la fabrication des briques, nous citons le *lœss*, très activement exploité, par exemple, sur le plateau de Villejuif. Ce nom de *lœss* est celui qui est donné, d'une manière populaire, à la matière de même composition qui tapisse en Alsace les flancs de la vallée du Rhin. Les horticulteurs et les agronomes lui ont substitué celui de *terre franche*, le lœss étant, sauf pour la matière organique qui y manque totalement, le type même de la terre végétale bien constituée. On y trouve, en proportions à peu près égales, les trois éléments du sol arable : argile, sable et calcaire. La plasticité de ce mélange est bien connue, puisque c'est elle qui communique à la *boue* ses propriétés particulières; et on l'utilise en façonnant la terre par pression, avant de la faire cuire.

Dans le nord de la France et en Belgique, les limons plastiques recouvrent de vastes surfaces, et ils sont d'autant plus activement exploités pour briques que, dans les parages où ils se présentent, la pierre à bâtir manque généralement.

La manière dont on cuit la brique faite avec le limon mérite d'être mentionnée. Les briques crues, sorties des moules, sont séchées au soleil, puis disposées sous la forme d'un massif cubique de 3 à 4 mètres de côté, de façon à laisser entre elles des interstices étroits qu'on remplit avec du *menu* de

houille. La construction faite, on allume le combustible et on abandonne le tout à lui-même. Au bout de quelques jours, durant lesquels le massif fumant donne l'idée de quelque formation volcanique, le feu n'a plus d'aliment et après refroidissement, on démolit ce four construit avec les matériaux à cuire. C'est d'ailleurs un système assez imparfait, et il n'est pas rare qu'une portion des briques trop chauffées n'ait coulé par suite de sa fusion et soit impropre à tout usage.

La fabrication des poteries, des tuiles et des briques avec l'argile plastique est beaucoup plus perfectionnée, et l'on peut voir, par exemple, auprès de Paris, des usines où tout le travail se fait par des procédés mécaniques.

CHAPITRE XVIII

LE MARBRE

Caractères du marbre. — Ses variétés innombrables, divisées en marbres simples et en marbres composés. — Les marbres de Grèce : leur beauté, leur abondance. — Voyage au Pentélique. — L'histoire rapportée à la géologie. — Le marbre du Pentélique, — Paros. — Skyros. — Tenos. — Naxos. — Les marbres d'Italie : Carrare.

Le nom de marbre est donné, dans la pratique courante de la vie, à une foule de pierres n'ayant que ce trait commun d'être susceptibles d'un beau poli, ce qui les désigne comme matières de décoration. Mais il faut restreindre cette appellation au carbonate de chaux cristallin ou subcristallin, reconnaissable, parmi les soi-disant marbres, à l'effervescence qu'il produit avec les acides. Malgré l'autorité d'un dicton populaire, le marbre est une pierre *tendre* (3 de l'échelle de Mohs). Il est rayé aisément par une pointe d'acier. Sa densité est égale à 2,7. Le nombre des variétés de marbre est immense, et ces variétés portent dans le commerce des noms particuliers; pour les classer, on peut établir parmi elles les quatre grandes divisions des *marbres simples*, incolores et veinés, des *marbres brèches*, des *marbres composés* et des *marbres lumachelles*.

Les *marbres simples* ne renferment que du carbonate de chaux plus ou moins imprégné de matières colorantes. Il y en a d'unicolores, parmi lesquels on peut distinguer les *marbres statuaires blancs*, souvent à grains de sucre ou *saccharoïdes*, comme on en exploite à Paros, à Carrare, à Campiglia dans

l'île d'Elbe, dans les Pyrénées, à Filfilah, — les *marbres noirs*, tels que ceux de Dinant et de Namur en Belgique, des Hautes-Alpes, d'Aix, de l'Ariège ; — les *marbres rouges*, par exemple, le rouge antique, la Griotte d'Italie, la Brocatelle de Gherardesca, le Sarancolin, le Campan, le Cierp, le Caune, les marbres de Campiglia et de Caldana di Ravi en Toscane ; — enfin les *marbres jaunes*, dits jaune antique, jaune de Sienne, qui sont d'autant plus estimés que la teinte est plus pure.

Les *marbres simples* veinés présentent des variétés sans nombre. Il y en a de blancs veinés de gris, de bleuâtre (Bardiglio fiorito, de Seravezza et de Filfilah) ; de noirs veinés de blanc (grand antique) ou de jaune (Portor) ; de noirâtres veinés de blanc (Sainte-Anne), de bleuâtre, de rouge, etc.

Les *marbres brèches* sont, les uns, composés de fragments de diverses couleurs, réunis par un ciment calcaire ; les autres, traversés par des veines qui divisent la masse en pièces distinctes dont elles sont en même temps le lien commun. On les distingue d'après la couleur de la pâte, d'après celle des fragments, et on nomme *brèches universelles* celles qui offrent des fragments de toutes couleurs. Les brèches les plus renommées sont le *grand deuil* et le *petit deuil* de l'Ariège, de l'Aude et des Basses-Pyrénées, qui offrent des éclats blancs sur un fond noir ; la *brèche de Tholonet*, près d'Aix ; la *brèche violette* antique, à fond violâtre avec grands éclats blancs, l'un des marbres les plus riches.

Les *marbres composés* sont des roches calcaires qui renferment des substances étrangères, disposées tantôt en feuillets plus ou moins ondulés, tantôt en nids plus ou moins volumineux, qui souvent donnent à la masse l'apparence fragmentaire. La matière étrangère est tantôt de la serpentine, et c'est le cas du marbre vert antique, marbre de la plus grande beauté, formé de calcaire saccharoïde blanc et de serpentine verte, du marbre vert d'Égypte, du vert de mer, du vert de

Florence, exploité dans l'île d'Elbe et dans les Basses-Alpes; tantôt le mica ou le talc disséminé (cipolins); tantôt la matière même de l'ardoise (griottes et campans).

Les *marbres lumachelles* sont ceux qui renferment des débris de coquilles ou de madrépores, tantôt entassés confusément les uns sur les autres, tantôt disséminés dans une pâte plus ou moins homogène. Il en existe un grand nombre de variétés, dont les plus remarquables sont : le *petit granit* à fond noir, avec une immense quantité d'encrinites, et qu'on exploite surtout auprès de Mons; la *lumachelle d'Astrakan*, à pâte peu abondante, brune et à coquilles d'un jaune orangé, et quelquefois brillamment irisées; le marbre noir à hippurites des Pyrénées, etc.

L'*albâtre calcaire* provient des stalactites et des stalagmites de carbonate de chaux que l'on rencontre dans les grottes. On recherche les parties de ces dépôts qui sont d'un blanc très légèrement jaunâtre ou verdâtre, d'une belle demi-transparence avec des veines d'un blanc laiteux; c'est alors l'albâtre oriental ou antique. On recueille aussi les parties composées de couches bien distinctes, planes ou contournées, les unes presque transparentes, les autres légèrement translucides, ou bien toutes de même degré de translucidité, et différentes les unes des autres par la couleur ou la teinte; c'est alors l'albâtre veiné ou marbre onyx, marbre agate, et on le trouve dans la Haute-Égypte, dans la province d'Oran et au Mexique, dont le plus estimé est généralement jaune de miel ou verdâtre, avec des bandes ou zones plus foncées qui ne tranchent pas d'une manière trop brusque. On a exploité pour la façade de la cathédrale de Grosseto, près d'Alberese, en Toscane, un albâtre blanc, rubané, composé de l'espèce de carbonate de chaux que les minéralogistes appellent aragonite. Mais c'est un cas tout à fait exceptionnel.

Le vrai pays du marbre statuaire, c'est la Grèce. Elle a le plus beau du monde et elle le possède en abondance. Cette

magnifique substance etait faite pour ses habitants, qui surent la travailler avec une perfection que nul ne dépassera. Les artistes choisissaient leur marbre dans la carrière, et travaillaient souvent à même la roche. Dans l'île de Naxos, on voit une statue colossale, à moitié achevée, de $10^{m},60$ de hauteur, $2^{m},40$ de largeur et $2^{m},20$ d'épaisseur, sans bras, adhérant au banc de marbre, qui a une inclinaison de 25°. Dans la carrière du Pentélique, on peut suivre la trace du ciseau qui y marquait la dimension des pièces à enlever et à dégrossir sur place. C'est de cette carrière qu é-taient extraits les matériaux du Parthénon. M. Henri Belle vit un bloc, destiné, comme l'indique sa forme circulaire, à former un des trois tambours d'une colonne du temple, et qui mesure dix centimètres de diamètre. L'architecte J. Cinus apportait un soin minutieux au choix des matériaux qu'il employait, et il avait suffi d'un léger défaut, d'une veine colorée dans ce marbre, pour le faire abandonner.

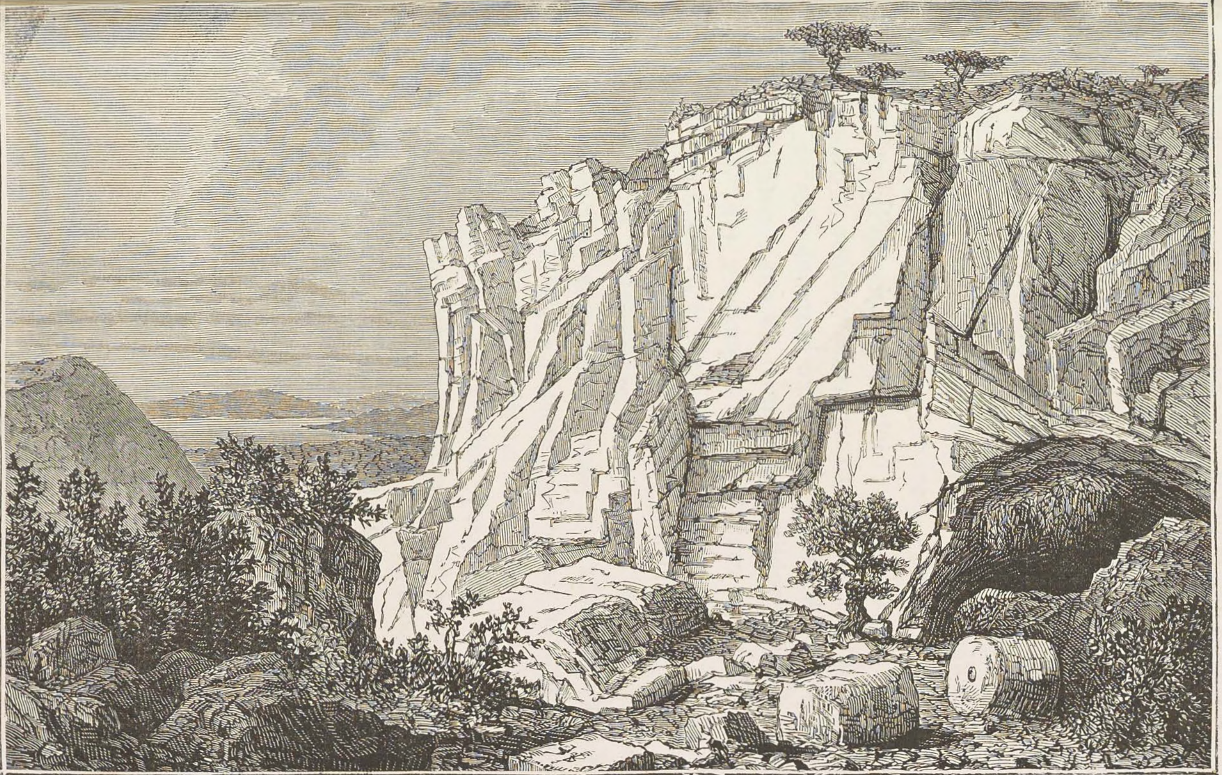
A la suite d'un voyageur, nous nous livrerons à l'ascension du Pentélique, cette montagne de l'Attique où tous ceux qui aiment l'art, — ancien ou moderne, — rêvent de faire un pèlerinage. Il est d'usage de s'arrêter au monastère de Mendéli. « A deux heures du matin, dit M. Charles Durier, nous étions debout et, tout aussitôt juchés sur de robustes mulets dont les selles, rehaussées d'un amas de couvertures, nous laissaient pendre les pieds à la hauteur de l'échine de la bête. En cette posture, nous commençons à monter, sous un ciel brumeux, par une nuit sombre, sans lanterne, ne distinguant rien autour de nous, sinon très peu de chose. Au bout de dix minutes, le sentier devient mauvais. Nos mulets choppent à chaque pas avec un bruit continuel de cailloux heurtés, poussés, entrechoqués, roulant les uns sur les autres. Nous enfilons un ravin, nous traversons des taillis, nous gravissons en écharpe un long taillis de couleur grisâtre, et toujours accompagnés de cette harmonie de pierrailles qui résonnent

incessamment sous les sabots de nos montures, nous atteignons enfin un plateau où nous attendait un spectacle extraordinaire. Le sol était jonché de pierres énormes et des bouquets d'arbres touffus s'étalaient contre le ciel; mais ces objets ne dessinaient que des masses confuses, tandis que, droit devant nous, apparut une paroi de roche, verticale, taillée à vif, claire et blanche comme si elle eût été frappée des rayons de la lune. On ne savait d'abord que croire, tant cette lueur était étrange. Le guide allume une torche et pénètre dans une vaste cavité béante qui s'ouvrait à la base de l'escarpement. Il y fait quelques pas; la lumière de la résine n'en éclairait pas les côtés : une étoile perdue dans les ténèbres. Cette paroi lumineuse, cette noire caverne, c'était l'ancienne carrière des Athéniens au Pentélique. Depuis une heure, nous foulions ces débris amoncelés, les déchets de ces blocs où ont été taillés les Propylées, le Parthénon, tant de monuments admirables, tant de chefs-d'œuvre de la statuaire.

» Et quand le guide eut éteint sa torche, que nous nous fûmes remis en marche et que tout fut rentré dans l'ombre, n'ayant rien à voir ni à faire, j'avais les yeux et l'esprit possédés de cette vision... Il me semblait que la blanche paroi était un fantôme, la caverne une bouche, et, par cette bouche, le vieux Pentélique me disait :

» Gaulois, Sarmate, Hyperboréen, ou, qui que tu sois, barbare! Vous vous flattez dans votre Occident d'être les héritiers de la civilisation d'Athènes. Tu viens ici adorer ses artistes : adore plutôt mon marbre, pierre divine! Apprends que les peuples ne peuvent rien sans nous. C'est nous, les puissances de la terre, qui les faisons ce qu'ils sont. Sais-tu qui a fait Athènes, sa grandeur, sa gloire? C'est moi!

» Elle avait peut-être raison, cette montagne; mais, raison ou paradoxe, je me mettais de son parti. Je lui allais chercher des arguments jusqu'en Égypte. Je faisais dire à la terre d'Égypte :



CARRIÈRE DU PENTÉLIQUE.

» Vois-tu mes granites, mes basaltes, mes porphyres? C'est à cause d'eux que mon peuple a laissé des œuvres indestructibles, mais lourdes, massives, sans expression ni grâce? C'est parce que je ne lui fournissais que des matières dures, ingrates et rebelles au ciseau, que son art est resté stationnaire, asservi à la reproduction de certaines formes consacrées, incapable de rendre sa pensée autrement que par des emblèmes et des hiéroglyphes. C'est moi, — la terre des inflexibles roches, — moi qui ai créé le caractère ferme, immuable, le caractère sacerdotal de l'ancienne Égypte!

» Je faisais dire à la campagne romaine : Tu demandes pourquoi les Romains ont donné l'exemple des grands travaux d'utilité publique? Pourquoi ils ont construit tant de ponts, tant de canaux, tant d'aqueducs, tant de routes? Pourquoi, les Égyptiens ayant légué à la postérité l'énigme indéchiffrable de leurs pyramides, le plus ancien monument de Rome est un égoût, la *Cloaca massima...?* C'est moi qui ai fait cela. Avec mes pouzzolanes, avec mes travertins, je leur fournissais le meilleur mortier et les pierres résistantes, légères et poreuses, qui s'en pénétraient facilement. Je suis la patrie des ciments, je suis la terre des constructions solides, rapides et économiques. Son génie expéditif, son génie pratique, c'est à moi que Rome le doit. »

Les paroles que prête le voyageur à ces terres antiques sont d'une parfaite justesse. Il y a longtemps que Michelet a dit : « L'histoire est d'abord toute géographie. » Il aurait dû ajouter : La géographie est toute géologie. Mais ce grand homme, dans son magnifique *Tableau de la France*, ne cesse de prouver cette vérité, que ce sont les roches qui font les hommes, en leur donnant une terre fertile à cultiver, ou en leur déchirant les pieds et les mains avec les pointes aiguës du granit ou de la lave, en les forçant à gravir des montagnes ou à dessécher des marécages, en les couvrant de richesses... et de misères avec les mines et les filons, en leur inspirant, à la vue

du marbre sans défaut, l'audacieuse pensée de reproduire à la fois la forme et l'idée.

Le marbre du Pentélique est en grande partie blanc, quelquefois nébuleux, saccharoïde, translucide, susceptible d'un poli parfait, et inaltérable à l'atmosphère.

Il renferme des grains de quartz très fins, qui rendent son polissage fort difficile; mais, d'autre part, il a le grand avantage de présenter une teinte bleuâtre avec des reflets rougeâtres, donnant aux ouvrages d'art une vivacité que n'a pas le marbre de Carrare, et qui leur a valu le nom de *caldo*.

Après la carrière du Pentélique, il faut citer celle de Paros, dans le mont Marpisse, près du monastère Saint-Mina.

On y exploite le marbre blanc, transparent, dont le grain, fin et brillant, se rapproche de celui du marbre de Carrare. Les anciens l'appelaient *lychnite*, parce qu'ils l'exploitaient sous terre, à la lueur de la *lampe*.

L'île de Paros renferme plusieurs gîtes.

Skyros possède des marbres blancs et des marbres colorés, dans lesquels on pourrait tailler de gros blocs et des monolithes de 5 à 8 mètres de hauteur. Quelques carrières sont situées près de la mer, et d'autres dans les terres; pour ces dernières, les Grecs avaient établi des routes carrossables qui les rattachaient au rivage.

Les principales carrières de Skyros sont : la carrière de Colone, qui renferme des gîtes très étendus d'un marbre blanc qui, poli, a un aspect blanc de neige ; aussi les objets d'art qui en sont faits ont-ils une expression froide que les artistes désignent par l'expression de *freddo*, mise en opposition avec le *caldo*.

Les carrières près du port des Trois-Bouches qui contiennent des gîtes de marbre moucheté, rouge, brun et jaunâtre.

A Rome, ce marbre moucheté avait plus de valeur que le marbre blanc.

Les marbres de Tinos, qui étaient exploités par les anciens, le sont également par les modernes. Ils sont tantôt tout blancs à grain fin, et tantôt blancs variés de bleu obscur. D'autres fois ils sont noirs, ou vert serpentineux. Ces marbres verts ont donné des colonnes monolithes de 6 mètres de hauteur et de 60 centimètres de diamètre, pour l'église catholique d'Athènes, Saint-Denis.

Enfin, l'île de Naxos, l'Eubée, le Péloponèse, sur le versant du mont Taygète, et bien d'autres localités encore, ont des carrières magnifiques bien loin d'être épuisées maintenant, et dont l'exploitation sera, un jour ou l'autre, reprise activement.

L'Italie aussi, nous l'avons vu, est riche en marbres de toutes sortes, et il est impossible de ne pas dire un mot des célèbres carrières de Carrare qui, après deux mille ans d'exploitation, semblent renfermer encore d'inépuisables richesses. Ce sont elles qui nous fournissent à peu près tout notre marbre statuaire. La ville est entièrement consacrée à l'exploitation et au travail du marbre. Tous les habitants sont carriers, marbriers ou sculpteurs. Parmi ces derniers, on cite plusieurs noms connus. Depuis l'époque de la Renaissance, il est du reste peu d'artistes qui ne soient venus à Carrare pour choisir leurs marbres, et les habitants montrent avec fierté la maison où s'arrêtait Michel-Ange.

Carrare possède une Académie qui renferme la copie de tous les modèles antiques ou modernes de quelque renom. Plusieurs cours y sont faits à la jeunesse du pays. Les élèves couronnés chaque année sont envoyés à Rome. Aussi cette ville du marbre a-t-elle produit beaucoup de bons artistes.

Les marbriers font de l'art une industrie, — très intelligente, il est vrai, — en vendant aux touristes de passage, à des prix modérés, des réductions de toutes dimensions de l'Olympe de Phidias et de Michel-Ange.

Pour détacher les blocs de marbre des carrières, on em-



VUE DES CARRIÈRES DE CARRARE

ploie la poudre et les acides. Souvent, cinq ou six mines profondes sont allumées du même coup. Le bloc soulevé en l'air, avec un fracas épouvantable, retombe lourdement et roule sur les flancs abrupts de la carrière.

Tout le marbre pur et sans tache de Versailles est sorti de Carrare. Louis XIV l'a prodigué partout dans son palais, non seulement pour les statues, mais encore pour les vasques des fontaines, les balustrades des jardins, et jusque pour les parquets.

CHAPITRE XIX

LA PIERRE A BATIR

Ce qu'on entend spécialement par pierre à bâtir. — Le calcaire grossier. — Les catacombes de Paris. — Les calcaires du terrain crétacé et ceux du terrain jurassique. — Les pierres à chaux. — Le ciment romain. — Mode de formation des calcaires. — Les calcaires oolithiques.

La plupart des pierres communes et dures mériteraient le nom de pierres à bâtir. En général, on bâtit avec la pierre qu'on a le plus à proximité, et, suivant les pays, on trouve que les constructions sont faites en granit, en grès, en calcaire, parfois en galets de silex, comme sur les bords de la Manche, enfin en argile, soit cuite (briques), soit même crue (torchis).

Cependant par pierre à bâtir on entend tout spécialement certains calcaires propres à être sciés en *pierres de taille* ou débités en *moellons*.

C'est surtout dans les couches comprises dans les terrains secondaires et tertiaires qu'on exploite les bonnes pierres à bâtir. Les environs de Paris, ceux de Caen, la Lorraine, la Bourgogne, le Jura, l'Isère, sont célèbres par les pierres à bâtir qu'on en retire; elles sont d'âges très variés et ont des qualités très diverses.

Autour de Paris, la pierre à bâtir est appelée *calcaire grossier*. Elle se présente en couches horizontales dont l'ensemble atteint 50 mètres d'épaisseur; elles sont célèbres dans la science par la multitude innombrable de fossiles qu'elles renferment. Au point de vue des applications, les ouvriers dis-

tinguent diverses variétés de calcaire grossier sous les noms de *pierre de liais, cliquart, banc franc, pierre de roche, lambourde, vergelé, banc royal*, etc.

Aujourd'hui, il arrive à Paris des pierres de construction extraites dans une foule de localités, parfois fort éloignées; mais, avant l'établissement des moyens actuels de transport facile, la ville, vivant sur son propre fonds, était construite à l'aide de matériaux arrachés à son sol même. C'est ainsi que se sont excavés et indéfiniment allongés des labyrinthes de galeries souterraines, connus sous le nom de *catacombes* de Paris, et qui dans certains quartiers compromettent la solidité des maisons. Les carrières souterraines de la plaine de Montrouge, dont les puits sont couronnés de grandes roues à chevilles visibles de loin, font la suite des catacombes anciennes.

Presque tous les calcaires grossiers sont d'origine marine; cependant les calcaires tertiaires d'eau douce, généralement siliceux, sont souvent susceptibles, par leur compacité, de recevoir les détails les plus fins de la sculpture. Aussi sont-ils employés dans la construction de monuments importants. L'arc de triomphe de l'Étoile, le pont d'Iéna ont été construits avec le calcaire d'eau douce de Château-Landon, près de Nemours. C'est aussi dans les formations tertiaires qu'on exploite dans le midi de la France, à Saint-Paul-Trois-Châteaux près d'Aix et à Fontvieille près d'Arles, un calcaire coquillier qui fournit d'excellentes pierres de taille, dont Marseille et Lyon font une grande consommation et que l'on transporte même en Afrique.

Dans le sud-ouest et dans le midi de la France, le terrain crétacé fournit d'excellents matériaux. Les calcaires durs dits *pierres de cassis* et les pierres de taille des environs de Calissanne, près d'Aix, appartiennent au terrain crétacé, et il en est de même des pierres des deux Charentes et de la Dordogne, dont l'extraction est peu coûteuse et qu'on peut scier avec

facilité. Les villes d'Orléans, de Saumur, d'Angoulême, de Tours, de Saintes, de Rochefort, doivent l'élégance de leurs constructions aux qualités des carrières qui existent dans leur voisinage.

L'abondance et les excellentes qualités des pierres d'appareil que fournit le terrain jurassique, ont déterminé la construction de villes qui sont remarquables par la beauté de leurs habitations particulières et de quelques-uns de leurs édifices : on peut citer, entre autres, Besançon, Metz, Nancy, Dijon, Bourges, Poitiers; et si l'on examine sur la carte géologique la position qu'occupent toutes ces villes, les mieux construites après les villes capitales, telles que Paris, Bordeaux et Marseille, situées dans des bassins tertiaires, on remarque qu'elles sont toutes placées sur les contours des bandes jurassiques qui entourent le bassin parisien et le Plateau central. Les Romains eux-mêmes, en choisissant les calcaires jurassiques pour la construction des monuments d'Arles, de Nîmes et le Pont du Gard, ont prouvé leur expérience des mérites des matériaux fournis par ces terrains. Ils ont aussi employé dans les monuments qu'ils ont élevé à Besançon un calcaire connu en Franche-Comté sous le nom de Vergenne. C'est des célèbres carrières des environs de Bayeux et de Caen qu'on a extrait les pierres dont est construit Saint-Paul de Londres; on en tire aussi, pour les exporter jusqu'à Anvers, des pierres d'appareil destinées à recevoir le détail des ouvrages gothiques.

On ne saurait vraiment séparer de la pierre à bâtir les roches également calcaires qui servent à la préparation des matières éminemment utiles à l'art des constructions et qui sont appelées pierres à chaux et pierres à ciments. Les premières sont des calcaires purs, les autres des calcaires chargés d'une notable proportion d'argile et faisant par conséquent partie de la catégorie des roches dites *marnes*. On en exploite de ce genre à Portland, en Angleterre; à Boulogne, à Vassy et

dans beaucoup d'autres localités. Il suffit de les faire cuire dans des fours convenables pour obtenir des chaux et des ciments dits *hydrauliques,* parce que, gâchés avec un peu d'eau et abandonnés ensuite en présence de ce liquide, ils se prennent en masses aussi dures que le marbre. On sait que les Romains ont fait grand usage de ces matières dans leurs constructions, remarquables avant tout par leur extrême solidité : de là le nom si souvent employé de *ciment romain.*

En ajoutant artificiellement de l'argile à certains calcaires avant de les cuire, on peut obtenir d'excellents ciments et c'est, par exemple, ce qu'on fait auprès de Paris avec la craie blanche qui forme la base de la colline de Meudon et l'argile plastique de Vanves.

Si le ciment de Boulogne et le ciment romain sont employés seuls, et s'ils *prennent* immédiatement sous l'eau, il est indispensable d'ajouter à la chaux, soit grasse, soit hydraulique, réduite à l'état de bouillie épaisse, différentes substances qui en accélèrent la prise et en forment ce que l'on appelle des *bétons.* Ces substances appartiennent à deux classes de matières différentes, les *sables* et les *pouzzolanes.*

Le mélange des sables a pour but de diminuer la consommation de la chaux, de régulariser son retrait en le modérant et en le rendant uniforme, et d'augmenter la solidité des mortiers. Le mélange de pouzzolane a, en outre, pour objet de donner au béton des propriétés hydrauliques. Il est surtout employé pour les constructions sous l'eau ou pour celles qui doivent être fréquemment immergées.

L'origine et le mode de formation des calcaires a exercé l'imagination des géologues, qui ont trouvé des lumières sur ces sujets délicats dans l'observation des phénomènes actuels. Pour ce qui concerne la pierre à bâtir et la pierre à chaux, le problème ne présente aucune difficulté, puisque ces roches continuent à se constituer de nos jours encore dans le fond des eaux par l'accumulation des fins limons charriés par les cou-

rants. Le mélange de la boue calcaire avec un sédiment argileux donne lieu à de vraies marnes, parmi lesquelles on peut mentionner comme exemple le dépot marin appelé *tangue* sur les côtes de Normandie.

La craie, avec ses caractères si spéciaux de finesse, de blancheur et de mélange de carapaces d'animalcules microscopiques, se forme sans cesse dans les profondeurs de l'Atlantique, ainsi que l'ont prouvé des sondages très nombreux exécutés dans ces dernières années.

Les calcaires souvent exploités comme marbre en Belgique et dans le Jura à cause des polypiers fossiles qui en représentent la majeure partie et dont l'entrecroisement détermine des accidents agréables de coloration, ces calcaires sont identiquement imités par la substance, qui augmente chaque jour de volume les îles et les récifs madréporiques des mers tropicales.

Il est une variété de pierres à bâtir dont il paraît plus difficile de comprendre les caractères. C'est celle qui, désignée sous le nom d'*oolithique*, résulte de la réunion d'innombrables globules cimentés entre eux. Cependant l'observation de diverses actions en voie actuelle d'accomplissement éclaire le problème. Ainsi, dans le lac salé de Texcuco au Mexique, se trouve en formation un calcaire marneux renfermant souvent des oolithes identiques d'aspect, de forme et de grosseur avec les oolithes du terrain jurassique. Ce sont des œufs d'insectes recouverts et incrustés ensuite par le sédiment calcaire que déposent journellement les eaux du lac. Ces œufs, qui servent d'aliment aux Indiens, sont pondus par une espèce d'insectes hyménoptères. Mais ce mode de formation par voie organique est évidemment exceptionnel, et nous pouvons observer un autre phénomène beaucoup plus général qui nous met plus facilement en mesure d'expliquer la texture oolithique. Ce phénomène est celui qui donne naissance aux *conffetti* de Tivoli, aux *dragées* de Carlsbad, aux *calculs* de Saint-Philippe de Toscane, etc.

Ces diverses dénominations sont affectées à des corps présentant la structure caractéristique des oolithes et se formant dans les eaux incrustantes, dans les points où elles sont en mouvement. Le carbonate de chaux charrié par ces eaux se dépose sur les petits corps ballottés au milieu du liquide; mais le dépôt cesse dès que les corps qui servent d'attraction à la substance incrustante sont trop volumineux pour se maintenir dans le liquide et tombent au fond. Par suite du mouvement auquel obéit une oolithe pendant qu'elle est dans l'eau, le carbonate de chaux se répartit uniformément à sa surface. Le mouvement est favorisé soit par l'agitation de l'eau, soit par les bulles d'acide carbonique qui, s'accumulant autour de l'oolithe, finissent par fonctionner comme allège. Elles soulèvent les oolithes jusqu'à la surface de l'eau, puis les laissent retomber en se dégageant dans l'atmosphère. D'autres bulles les soulèvent de nouveau, pour les abandonner encore : phénomène qui se répète jusqu'à ce que chaque oolithe soit trop pesante pour être entraînée. On conçoit que le moment où une oolithe, ayant atteint son volume maximum, ne peut plus se mouvoir soit le même pour les autres; aussi s'explique l'uniformité des oolithes formées au sein des mêmes eaux et de celles que renferme une même couche.

CHAPITRE XX

LA PIERRE A PLATRE

Usages du plâtre. — Le gypse. — La cuisson du plâtre. — Origines et gisements du gypse. — Le gypse parisien. — Emploi du plâtre en agriculture.

Le plâtre est vraiment une substance admirable. Cette poudre qui, mêlée à l'eau, *gâchée*, comme disent les maçons, se transforme en pierre, est capable de nous rendre des services de tous les instants. Grâce à elle, les pierres dont sont faites nos constructions sont intimement reliées entre elles, et nos murs, égalisés, crépis, offrent des surfaces parfaitement lisses et unies. La *prise* du plâtre étant accompagnée d'une augmentation notable de volume, nulle substance n'est plus propre au moulage : tous les détails du moule se trouvent reproduits en plâtre avec une délicatesse sans égale. Grâce aux moulages et aux moulures en plâtre, l'architecte a pu réaliser à très bon marché des constructions fort élégantes. Paris a dû longtemps aux mêmes causes l'aspect agréable de ses maisons. On imite même les marbres avec du plâtre, ou plutôt avec le *stuc*, qui n'est que du plâtre gâché avec de la gélatine et diverses matières colorantes.

Or le plâtre n'existe pas dans la nature. C'est un produit industriel, le résultat de la cuisson de la *pierre à plâtre* ou *gypse*. Cette roche, au point de vue de la composition, consiste en sulfate de chaux fort hydraté. Quand on le cuit, l'eau se dégage, il reste du sulfate de chaux *anhydre*, qui est le plâtre, et c'est en reprenant son eau, quand on le gâche pour recouvrer son état primitif, que le plâtre se prend.

La cuisson du plâtre s'opère d'une façon bien simple. Ordinairement on n'a pas recours à des fours proprement dits; on construit le four avec les fragments mêmes qu'il s'agit de chauffer. Ces fragments sont disposés en tas à la base desquels on ménage des voûtes; dans ces voûtes on introduit des fagots de branchages et on y met le feu. Au bout de quelques heures, toute l'eau s'est dégagée; le produit calciné est broyé dans des moulins, tamisé et mis en sacs pour l'usage.

On trouve la pierre à plâtre dans différents terrains, et ses gisements prouvent qu'elle n'a pas toujours la même origine. Ainsi, dans plusieurs localités des États-Unis, on constate que les émanations sulfurées qui traversent des calcaires transforment ceux-ci en gypse sur une épaisseur de plus en plus grande. Dans divers points de Toscane, comme Monte Cerboli, Castel Nuovo, etc., on observe des faits analogues. L'attaque de calcaire a lieu à la fois par les immenses fissures qui traversent cette roche, de façon à *gypsifier* des cirques entiers. A Aix, en Savoie, la grotte où sourdent les eaux sulfureuses est revêtue d'une écorce continue de *gypse* fontigénique.

Mais le gypse épigène est une exception, et d'ordinaire la pierre à plâtre constitue dans les terrains stratifiés des couches parfaitement régulières. C'est le cas pour le bassin de Paris, région où l'on exploite les meilleures variétés de pierre à plâtre.

Le gypse parisien gît vers le milieu des terrains tertiaires. Il se présente en général sous l'aspect d'une roche grisâtre ou jaunâtre, tendre et dont le grain rappelle celui de certains carbonates. L'épaisseur totale des couches gypseuses, telles qu'on les voit à Argenteuil, à Montmartre, à Montmorency et ailleurs, atteint une quarantaine de mètres. Elle consiste dans une alternance répétée un nombre énorme de fois de pierre à plâtre et de marne en lits parfois extrêmement minces. Quelques lits de gypse, au lieu d'être finement grenus, sont largement cristallisés et fournissent les *pieds*

d'alouettes ou même les *fers de lance*. En une localité du département de Seine-et-Marne, la pierre à plâtre se présente sous la forme d'une très belle variété d'albâtre.

On pense que le gypse parisien, amené des profondeurs par des sources, s'est déposé dans un lac où l'eau de la mer faisait de temps en temps irruption. Il serait difficile d'expliquer autrement la présence du niveau successif de fossiles, dont les uns consistent en mammifères terrestres, comme les palæotherium, et les autres en coquilles marines, comme les cerithes et les lucines.

A une époque très antérieure, le gypse s'est déposé en association avec le sel gemme dans l'épaisseur du terrain triasique. C'est ce qu'on rencontre dans la Meuse, dans la Meurthe-et-Moselle et dans l'Aveyron.

L'histoire du plâtre ne serait pas complète si nous ne disions qu'il constitue en agriculture l'un des engrais minéraux les plus usités. La découverte de son action sur la végétation, faite vers le milieu du XVIIIe siècle par Mayer, produisit une grande sensation, surtout quand Franklin fit connaître de son côté ses propres expériences. Les effets du plâtre ayant, dans les deux mondes, excité des transports d'admiration, on considéra d'abord cette substance comme un stimulant favorable à toutes les cultures et à tous les sols; mais la pratique ne tarda pas à faire reconnaître que, pour agir avec efficacité, le plâtre a besoin du concours d'engrais organiques. L'expérience prouva en outre qu'il n'agit utilement que sur un nombre limité d'espèces végétales. Aujourd'hui, il est bien reconnu qu'au moyen de deux à trois cents kilogrammes de plâtre, répandus sur un hectare, la luzerne, le trèfle, le sainfoin, etc., prennent un développement considérable et presque double de celui qu'on obtient sans l'emploi de cette substance; les feuilles de ces plantes deviennent alors plus nombreuses, plus larges et d'un vert plus foncé, et les racines participent à l'augmentation de poids.

LES PHOSPHATES MINÉRAUX

CHAPITRE XXI

GUANO, PHOSPHORITE, APATITE

Le phosphore indispensable aux végétaux. — Les momies égyptiennes employées comme engrais. — Le guano. — Rognons de phosphate de chaux. — Phosphorite et apatite.

La cendre des végétaux est riche en phosphore, et ce corps ne pouvant être fourni aux plantes ni par les eaux, ni par l'air, leur vient nécessairement du sol. Il résulte de là deux choses : que le phosphore est indispensable au développement des végétaux, et que peu à peu ceux-ci extraient tout le phosphore contenu dans le sol. La conséquence, c'est qu'il faut de temps en temps rendre à la terre le phosphore qu'elle a perdu, ou, si l'on veut, y introduire des engrais phosphatés. On a eu de ces faits une démonstration bien récente dans le département du Nord, où la richesse des betteraves en phosphore, et corrélativement en sucre, diminuait chaque année. L'introduction de phosphates dans les cultures a rétabli comme par enchantement la teneur normale en sucre.

On comprend, d'après cela, l'importance que les agriculteurs attachent à la découverte des phosphates minéraux. Les Anglais, gens essentiellement pratiques, en sont allés chercher



CHARGEMENT DU GUANO DANS LES WAGONS, AUX ILES DE CHINCHAS.

partout et, pour obtenir de belles récoltes, n'ont pas reculé devant la pulvérisation des momies égyptiennes. La ressource était maigre d'ailleurs, et c'est bien à point qu'on a trouvé, dans les îles Chinchas, et dans d'autres localités très chaudes, d'immenses accumulations de déjections d'oiseaux de mer connues sous le nom de *guano*. Malgré leurs dimensions considérables, malgré le dévouement de malheureux Chinois travaillant dans les conditions les plus économiques, les gîtes de guano sont arrivés promptement à l'épuisement presque complet, et l'agriculture jetait déjà son cri d'alarme, quand on reconnut en France la présence de roches essentiellement composées de phosphate de chaux.

Si vous avez été au pied du cap La Hève, près du Havre, peut-être avez-vous remarqué des nodules pierreux, noirâtres, d'ailleurs fort analogues à des pierrailles calcaires. Personne d'ailleurs ne mettait en doute cette nature modeste, quand, à la suite d'une analyse, le chimiste Berthier s'aperçut que ces rognons étaient très riches en phosphate de chaux. L'éveil était donné, et les explorateurs, étudiant de préférence les régions dont la constitution géologique est comparable à celle du cap de La Hève, découvrirent dans quarante départements français les bienheureux rognons. Ils sont tout particulièrement abondants dans les Ardennes, où, sous le nom pittoresque, mais difficile à justifier, de *coquins*, ils alimentent de très nombreux chantiers d'extraction. On les recueille, du reste, à peu près comme on récolte les pommes de terre dans les champs.

Mais on trouve des phosphates dans d'autres situations, et, par exemple, à Spiennes, non loin de Mons, en Belgique, le phosphate est disséminé en particules très fines dans la craie blanche, d'où on l'extrait aisément. Dans le midi de la France, dans les départements du Tarn, de Lot-et-Garonne, de Tarn-et-Garonne, le phosphate de chaux, ou *phosphorite*, remplit des poches creusées au sein de couches calcaires, et empâte

de nombreux ossements d'animaux fossiles. Enfin au Canada, de même qu'à Logrosan en Espagne, l'*apatite*, ou phosphate de chaux cristallisé, constitue de gros filons, au travers des terrains les plus anciens.

Sous ses diverses formes de rognons, de phosphorite et d'apatite, le phosphate de chaux est devenu une des richesses minérales les plus importantes.

LES SELS

CHAPITRE XXII

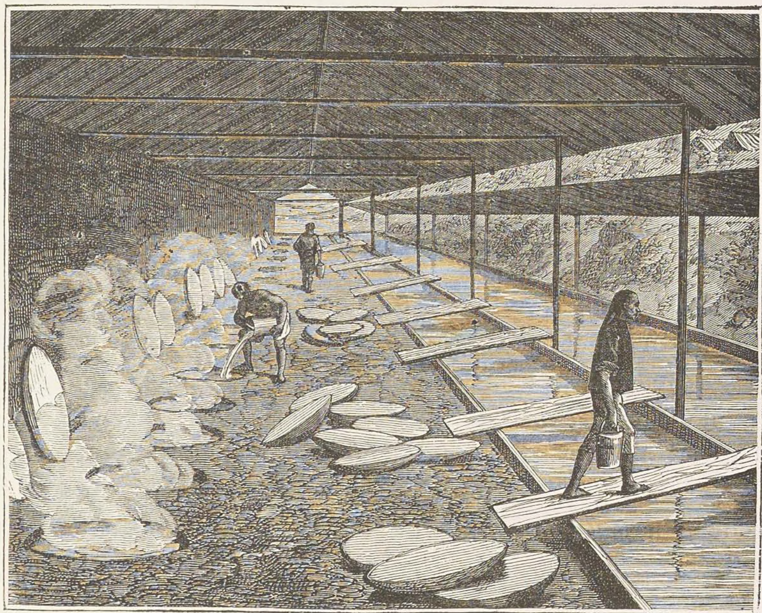
LE SEL MARIN

Constitution du sel marin. — Gisements du sel. — Sources salées artificielles. — Analogies de formation du sel souterrain et du sel marin actuel. — Distribution des mines du sel gemme. — Les mines de Wielickza. — Dépôts salifères de France. — Les marais salants. — Le sel des déserts. — Usage universel du sel.

Le *sel* par excellence, dans la vie domestique, n'est pas un sel pour les chimistes. Pour ceux-ci, en effet, un sel résulte de la combinaison d'un acide avec une base ; le sulfate de soude, le carbonate de soude, le borate de soude, le nitrate de soude, dont nous parlerons plus loin, sont des sels. Pendant longtemps le sel marin a été considéré comme étant un sel; des analyses imparfaites, qui s'attaquaient en même temps à de l'eau, y faisaient croire unis l'acide chlorhydrique (muriatique comme on disait alors) et l'oxyde de sodium ou soude. Dans les vieux livres, vous verrez le sel gemme qualifié de muriate de soude ou soude muriatée. Les progrès de la chimie ont fait reconnaître que le sel marin est réellement constitué par du chlorure de sodium, c'est-à-dire qu'il résulte de l'union directe du gaz chlore avec le métal alcalin sodium. Il n'y a donc là ni acide ni base, et le sel marin est devenu

le type des corps dits *haloïdes*, manière grecque d'exprimer qu'ils ont *l'apparence des sels.*

Le sel de cuisine (gris ou blanc) s'extrait de l'eau de mer, qui est comparable, ainsi que le remarque Brard, à un véritable minerai ; — et du sein de la terre, principalement du *trias*, étage des *marnes irisées*, où il est assez fréquent pour que ce terrain puisse porter le nom de *terrain salifère.* Ces



EXPLOITATION DU SEL GEMME : ÉVAPORATION.

marnes, ou plutôt ces *argiles irisées*, grâce à leur imperméabilité, préservent les amas de sel de la dissolution qu'amèneraient certainement les eaux qui traversent constamment les terrains poreux. Cependant quelquefois, à la faveur de certaines fissures, des eaux d'infiltration ressortent à la surface, sous forme de sources salées. Et c'est même l'existence de pareilles sources, exploitées plus ou moins long-

temps par évaporation, comme on fait des eaux de la mer, qui a conduit à la découverte des amas de sel en roche. Des puits furent forés et des galeries percées : le sel est exploité en maintes localités dans de véritables mines. Mais, chose curieuse, les progrès de l'art du mineur conduisirent parfois à reconstituer d'une manière artificielle des sources salées analogues à celles de la nature. Un gisement de sel étant connu, on y fait pénétrer un tube vertical, s'ouvrant à la surface et pouvant avoir des centaines de mètres de longueur. Un second tube est descendu dans l'axe du premier, et l'espace annulaire compris entre eux reçoit de l'eau douce dérivée d'un ruisseau voisin. L'eau, après s'être chargée de sel dans la profondeur, remonte par le tube, qui constitue réellement une source, dont les produits sont destinés à être évaporés. C'est ainsi que l'on a opéré dans certaines localités de la Lorraine, à Varangéville, à Vic, à la suite de l'effondrement des galeries de mine qui, percées dans un terrain argileux, sont nécessairement peu solides.

On pourrait s'étonner de voir traiter d'un minéral souterrain dans un chapitre intitulé le sel marin. Deux raisons principales nous justifient cependant. La première, c'est qu'au point de vue de la composition et des propriétés, il n'y a aucune différence entre le sel tiré des mines, ou, comme on dit, le sel *gemme,* et le produit fourni par l'évaporation des marais salants.

La seconde raison, c'est que, dans son gisement souterrain, le sel gemme présente la même allure, la même disposition générale, et les mêmes associations minéralogiques que le sel qui se dépose au fond de l'eau de mer évaporée. L'eau de mer n'est pas une dissolution de sel pur ; avec le chlorure de sodium se trouvent des corps moins solubles, tels que le sulfate de chaux ou gypse, et des corps plus solubles, comme le chlorure de potassium et le chlorure de magnésium, qui sont si déliquescents qu'ils tombent en eau dès qu'on les expose à

l'air humide. Le premier effet de l'évaporation est de déterminer le dépôt des corps les moins solubles, et tous les marais salants sont tapissés, sur leur fond, d'une couche de sulfate de chaux. Le sel marin cristallise ensuite, et le liquide qui le surmonte, et qu'on appelle *eaux-mères,* est une dissolution concentrée des chlorures potassique et magnésique. Il faut une sécheresse exceptionnelle pour que ces derniers corps se déposent. Et, dans ce cas, la succession des diverses couches de gypse, de sel marin et de chlorures déliquescents est une véritable reproduction à petite échelle de ce que présentent les gisements de sel gemme. Ceux-ci doivent donc être considérés comme les témoins de gigantesques marais salants datant des époques géologiques, et qui étaient alimentés par des océans maintenant taris.

Parmi les gisements les plus nets à cet égard, le gisement de Stassfurth (Prusse) mérite d'être cité d'une manière particulière. C'est à la suite de l'exploitation d'une source salée que l'on découvrit à une grande profondeur un amas considérable d'une substance que l'on prit d'abord pour du sel marin. On ne tarda pas cependant à reconnaître qu'il s'agissait d'un dépôt formé presque exclusivement de chlorures déliquescents, à base de potassium et de magnésium. La richesse de ce gisement produisit une véritable révolution industrielle, en faisant baisser d'une manière inespérée la potasse, jusque-là considérée comme l'*alcali* végétal par excellence et qui faisait son entrée d'une manière si éclatante dans le monde minéral.

Mais ce qui cause surtout l'intérêt du gisement de Stassfurth à notre point de vue, c'est qu'au-dessus de plusieurs mètres de composés potassiques apparut un épais dépôt de sel gemme recouvrant lui-même des dépôts gypseux.

Le sel est parfois disséminé dans les marnes et les argiles qui l'accompagnent en cristaux d'une ténuité telle, qu'il est impossible de les distinguer à l'œil nu; ou bien il offre une

véritable stratification. Mais le plus souvent on le rencontre en grands nodules de diverses formes.

Son aspect est grenu, compact, fibreux ou laminaire. Sa couleur varie du blanc le plus pur au gris et au rouge, selon qu'il renferme plus ou moins d'argile, de gypse, ou autres substances étrangères.

Des échantillons provenant des mines de Wielickza ont une magnifique couleur bleu d'outremer.

Les mines de sel gemme sont distribuées sur un grand nombre de points du globe : en Arménie, en Perse, dans le Thibet, en Italie, en Angleterre, en Suisse, en Russie, en Prusse, en Espagne, dans le Tyrol, dans l'Algérie, etc. Celles de la Pologne et de la Hongrie s'étendent le long de la chaîne des Karpathes, sur une étendue de 200 lieues de long et de 40 de large. La plus célèbre, la mine de Wielickza, est exploitée depuis le XIIIe siècle, dans le plus riche dépôt salifère que l'on connaisse, car il mesure 100 lieues de longueur sur 40 de largeur. Les travaux d'exploitation s'étendent sur environ 3000 mètres en longueur, 1600 mètres en largeur et 300 mètres en profondeur. Ces imposantes excavations ont une véritable architecture des salles taillées carrément dans le sel gemme, et soutenues par des piliers blancs et transparents comme de la glace; un escalier de plus de mille degrés, une chapelle assez vaste, et plusieurs grandes galeries admirables par leurs dimensions et par la régularité de leurs formes. Et toutes ces merveilles dues à la main de l'homme et à de longs siècles de travaux, se rehaussent de tout l'éclat des parois de sel, réfléchissant la lumière des lampes. On voit encore à Wielickza des écuries habitées par les chevaux qui font le service de la mine, et des lacs d'eau salée sur lesquels on peut se promener en bateau. Des milliers d'ouvriers vivent pendant de longues années dans ces souterrains sans être incommodés de l'air qu'on y respire ni des travaux auxquels ils sont employés. Il est vrai qu'à tour de rôle ils viennent

chercher à la surface la lumière du soleil, aussi indispensable à l'homme que l'air.

La France renferme de puissants dépôts salifères, situés dans les départements de Meurthe-et-Moselle, du Jura, de l'Ariège, de la Haute-Garonne, des Landes, des Basses-Pyrénées et de l'Aude. Ces seuls gisements de sel gemme produisent annuellement 170000 tonnes. Le département de Meurthe-et-Moselle fournit les deux tiers de cette quantité. La mine de Saint-Nicolas, la plus riche de France, tire de la couche de 21 mètres d'épaisseur qu'elle exploite, plus de 60000 tonnes de sel.

On extrait le sel de la mer et des lacs salés au moyen de l'évaporation naturelle. De vastes terrains nivelés, voisins de la côte, et que l'on peut couvrir à volonté d'eau de mer, sont destinés à cette grande fabrication et ont reçu le nom de *marais salants*.

Après avoir reconnu la hauteur à laquelle la mer s'élève dans les plus fortes marées et dans les plus fortes tempêtes, on choisit sur le rivage un vaste espace, dont on aplanit la surface, qu'on divise par une infinité de petites chaussées qui se croisent à angles droits, et qui comprennent entre elles un grand nombre de bassins carrés communiquant les uns avec les autres; on glaise le fond de ces espèces de cases, si le terrain n'est point naturellement susceptible de retenir l'eau. On établit, en avant de cette esplanade, un réservoir assez profond qu'on peut emplir à volonté au moyen d'une écluse, ou qui reçoit l'eau naturellement à marée haute. Ce premier bassin est destiné à retenir le limon le plus grossier que l'eau dépose. De là on l'introduit dans les cases du grand labyrinthe, mais en lui faisant parcourir à dessein un grand nombre de détours et de circonvallations avant de lui permettre d'entrer dans les réservoirs plats où la chaleur du soleil, et mieux encore l'action de certains vents, la concentre et lui font abandonner le sel qu'elle ne peut plus tenir en dissolution. On retire ce sel, qui se précipite ainsi au fond des cases, et on le

dépose en tas sur les petites chaussées, où il commence à s'égoutter et à se débarrasser en partie des chlorures amers et déliquescents dont nous avons parlé. On rassemble tout ce sel et l'on en forme de grosses pyramides, que l'on couvre de joncs et même de sable, et dans lesquelles le sel achève de se purifier. Les Romains, dit-on, faisaient de grands feux tout à l'entour de leurs tas de sel, et en vitrifiaient partiellement la surface, de manière à empêcher l'eau pluviale de les dissoudre.

Un autre genre de marais salants, établi surtout au bord de l'Océan, est disposé de manière à être submergé lors des grandes marées, des nouvelles et des pleines lunes. Le sable s'imprègne d'eau salée, il sèche et s'effleurit entre les deux marées; on en ramasse la surface en tas, on la jette dans de l'eau de mer; celle-ci se charge de sel; on la décante pour en séparer le sable, et on l'évapore ensuite dans des chaudières de fer ou de plomb. Ces chaudières sont employées aussi pour l'extraction du sel des sources.

Plus l'évaporation est calme et prolongée, plus le sel se forme en gros grains.

Les déserts qui sont les lits desséchés d'anciennes mers, ont çà et là leur sable couvert d'une croûte brillante de sel.

Une grande partie du sol de la Perse présente à sa superficie une argile fortement imprégnée de sel, et l'un des caractères de ce vaste pays est l'étendue que les déserts salés y occupent; on en cite cinq principaux, dont l'un a 130 lieues de long et 70 de large. L'Asie centrale présente le désert salé de Gobi. Les environs de la mer Caspienne, l'Hindoustan, les plateaux élevés du Thibet, de la Tartarie chinoise, la Chine, ont de ces solitudes absolument stériles. Mais l'Afrique l'emporte sur toutes les parties du monde, non seulement par l'étendue de son désert, mais encore par l'énorme quantité de sel dont il est imprégné. L'Amérique aussi a ses plaines salées; l'on en cite au Pérou, au Mexique, au Chili.

Le sel du désert se renouvelle rapidement dans tous les lieux où on le recueille et où l'eau des pluies le dissout; quelques jours suffisent à sa reproduction. Il sort de la terre, s'élève au-dessus du sol, sous la forme d'aiguilles déliées qui se pressent de plus en plus, qui se joignent et donnent naissance à des croûtes fragiles qui se brisent sous les pas du voyageur. Les plaines salées renferment un grand nombre de lacs saumâtres, dont les eaux sont souvent saturées de sel, et qui le déposent sur leurs bords et dans leurs bassins desséchés par l'excessive chaleur.

On récolte le sel du désert sans aucune difficulté; mais, comme il est ordinairement mélangé de sable et de terre, on le fait dissoudre dans de l'eau; on décante, et l'évaporation suffit pour l'obtenir parfaitement pur.

Partout où l'homme voit le sel, il l'exploite. C'est peut-être le seul minéral qui soit aussi universellement recherché. Bien des peuples laissent dormir leurs mines de houille, méprisent leurs gisements de métaux précieux; aucun ne passe indifférent devant le sel. Il se mêle à presque tout ce que nous mangeons, non pour satisfaire simplement notre sensualité, mais pour faciliter la digestion de nos aliments. Aussi cette denrée, en apparence si modeste et si peu coûteuse, a-t-elle causé de sanglantes batailles, des drames de toutes sortes. Au moyen âge, on pendait les faux-sauniers. Et quand les rois, ne sachant plus où trouver de l'argent sur leur pauvre peuple ruiné, arrivaient à frapper le sel d'impôts trop excessifs, tout se révoltait, la ville et la campagne. Chez les anciens, les Grecs, par exemple, les hérauts des émigrants imploraient l'hospitalité en réclamant l'eau et le sel. Les armées romaines recevaient en sel une partie de leur paye; de là le mot *salaire*, que nous avons adopté.

Enfin, depuis que nous avons une littérature, ce mot, — qui a, en effet, une physionomie toute particulière, — entre dans nombre de paraboles et de comparaisons, et toujours

dans un sens gracieux et élogieux. Le sel attique, le sel de la conversation, constituent des expressions stéréotypées.

Mais, pour quitter la métaphore et revenir à la prose, disons que, parmi les services si bien connus que le sel nous rend, un des plus importants est la conservation des matières végétales et animales que nous mettons en réserve pour notre subsistance. Il doit cette faculté conservatrice à son avidité pour l'eau : c'est en soutirant l'humidité des substances à préserver, qu'il détruit l'une des principales causes de la fermentation putride. La saumure, qui n'est autre chose que le sel fondu aux dépens de cette humidité, doit donc toujours en être sursaturée. Les bœufs salés d'Irlande et de Hambourg, la morue de Terre-Neuve, le hareng des côtes de la Manche, la sardine du littoral de l'Espagne, les porcs d'Amérique et de tous pays, font une consommation énorme de sel.

La saveur du sel gemme est particulièrement agréable, et c'est à lui, dit-on, que les jambons de Bayonne doivent leur supériorité.

On l'emploie quelquefois tel qu'il sort de la mine, sans autre préparation qu'un simple broyage; mais on ne l'utilise dans ce cas que pour certaines conserves, pour la nourriture du bétail, ou bien encore pour l'amendement des terres.

CHAPITRE XXIII

LES SELS DE SOUDE

Composés salins naturels. — Carbonate de soude et sulfate de soude. — Sources minérales. — Le nitrate de soude. — Le borate de soude. — Les *soffioni* de Toscane. — Lac de borax en Californie.

En parlant du sel marin, ou chlorure de sodium, nous avons eu bien soin de dire que, ne contenant ni base ni acide, il n'est pas pour les chimistes, et malgré son nom, un véritable sel. Cependant au nombre des matières minérales importantes figurent plusieurs composés réellement salins. Les principaux sont à base de soude, et nous mentionnerons spécialement le carbonate, le sulfate, le nitrate et le borate de cet alcali.

Les deux premiers, le carbonate et le sulfate de soude, sont souvent amenés des profondeurs à l'état de dissolution aqueuse, ils constituent alors les eaux minérales désignées par les médecins sous les noms de *carbonatées sodiques* et *sulfatées sodiques;* l'eau de Vichy est dans le premier cas, celle de Plombières est dans le second. Sous l'influence de certaines causes réductrices, et par exemple à la suite du développement de végétaux très inférieurs appelés *sulfuraires*, les eaux sulfatées sodiques deviennent *sulfurées sodiques:* les sources en sont très nombreuses et le type en peut être pris à Barèges.

Mais le carbonate et le sulfate de soude, malgré leur grande solubilité, se rencontrent parfois à l état concret. Le

premier forme, lors des sécheresses, d'énormes efflorescences autour du lac de Natron en Égypte, et dans le Thibet. L'autre est exploité à Lodosa, en Espagne, où il forme un très volumineux amas.

Le nitrate de soude, appelé souvent *nitratine*, est recherché comme engrais et comme source de salpêtre, sel dans lequel on peut aisément le transformer. C'est naturellement dans les pays très secs qu'on le rencontre, et entre autres dans l'Amérique du sud, aux environs d'Iquique.

Le borate de soude est une substance cristalline, blanche, d'une saveur douceâtre, soluble dans l'eau, et composée d'acide borique, de soude et d'eau. La médecine l'utilise comme un antiseptique efficace, et l'industrie dans une foule de fabrications : bougies, verreries, etc.

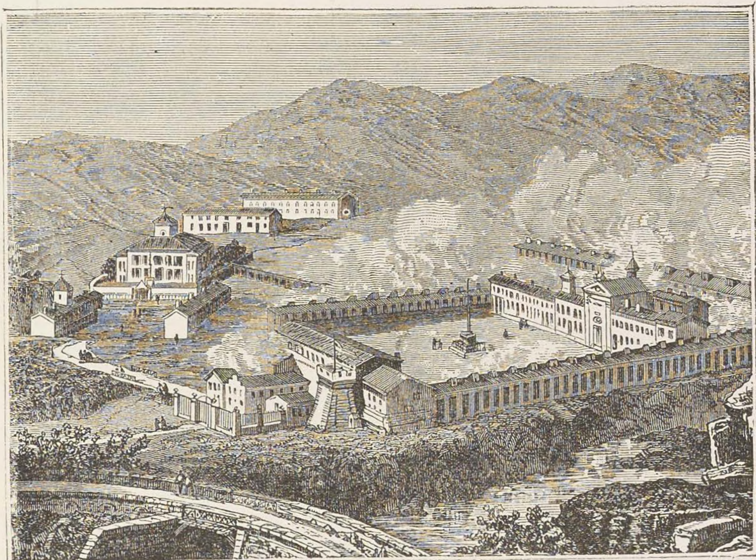
Toutle borax du commerce provient des *soffioni* de Toscane. Les soffioni ou soufflards sont caractérisés par des éruptions de vapeurs chargées d'acide borique. Ils se rencontrent surtout dans les maremmes de Toscane, à Passaro, à Castel-Nuovo, sur le Monte-Cerboli. Les vapeurs ont en moyenne une température de 96° à 100°, qui peut-être même s'élève sur certains points à 175°. Une partie s'échappe directement des crevasses des roches, une autre des flaques d'eau d'où elles font surgir de petits cônes d'argile. On exploite le borate de soude dans les beaux établissements du comte de Larderel, qui, d'une région déserte, a fait par cette industrie une contrée florissante qui porte son nom : Larderello.

Il y a un lac de borax en Californie. C'est un fond de cratère, dont la surface peut avoir cent hectares, et la profondeur au-dessous du niveau de l'eau, un mètre. Cette lagune communique avec le grand lac voisin de Clear-Lake, ou le lac des Eaux-Claires. Une masse éruptive d'obsidienne, ou verre volcanique, sépare les deux lacs, dont les eaux sont au même niveau.

Au fond du premier est un lit de boue, au milieu duquel

sont des cristaux de borax, quelquefois très gros, le plus souvent invisibles.

Pour l'exploitation, on drague les boues au fond du lac, on les fait sécher au soleil, on les casse, puis on les sèche à la vapeur. Après quoi on les dissout et l'on fait cristalliser le



LARDERELLO

borax, purifié ensuite par une seconde dissolution et une nouvelle cristallisation.

La quantité de borax retirée ainsi du lac est d'environ 500 tonnes par an.

Dans les lits de boue du lac, on a trouvé des instruments en silex et en obsidienne provenant des Indiens primitifs de Californie. Ce sont d'énormes pointes de flèches ou plutôt des lames, des piques, avec lesquelles les aborigènes devaient chasser l'ours gris, qui est encore si terrible en Californie. M. Simonin en a apporté en France, et en a fait don au Musée archéologique de Saint-Germain.

LES COMBUSTIBLES

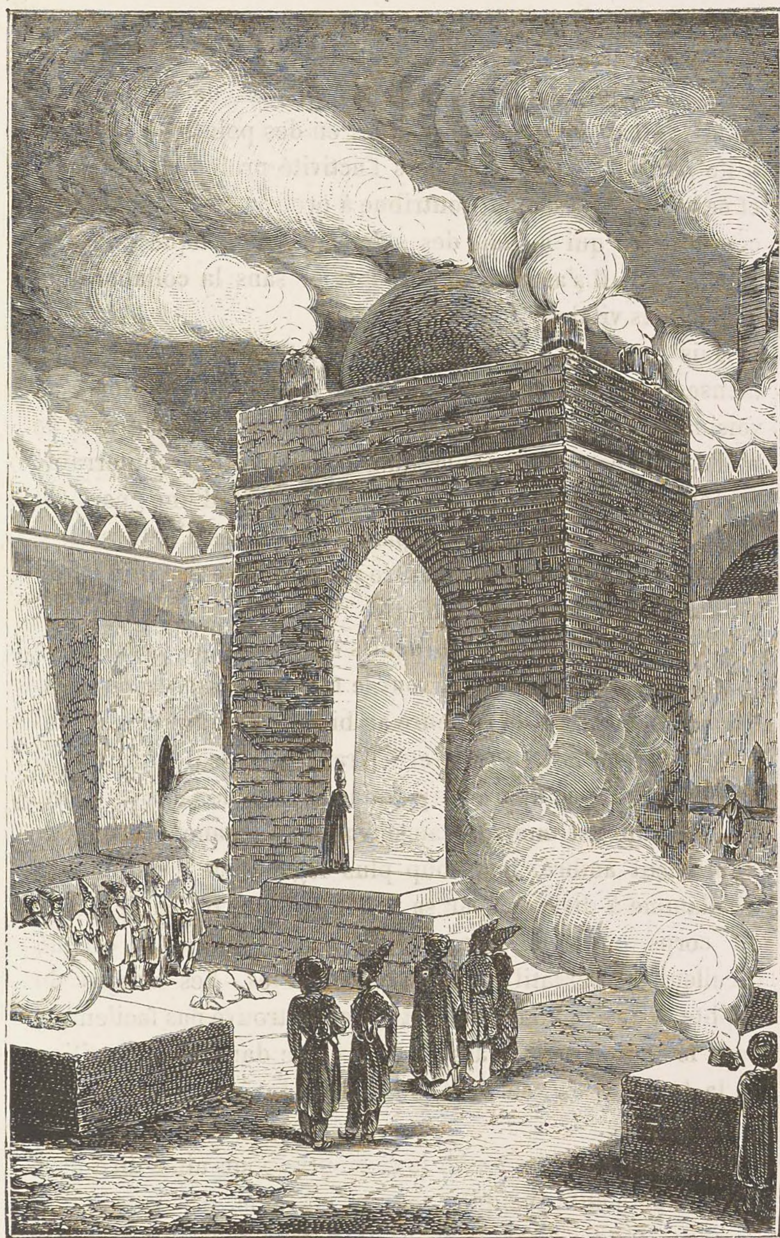
CHAPITRE XXIV

LES BITUMES

Constitution des bitumes. — Gisements et origines. — Le naphte. — Bakou et les Parsis. — Le pétrole. — Usages. — Les pays qui produisent du pétrole. — La Pétrolie et Oil-City. — L'asphalte. — Le lac Asphaltite décrit par Diodore de Sicile. — Usages de l'asphalte dans l'antiquité. — L'asphalte.

On peut réunir sous le nom général de *bitumes* toute une série de substances constituées surtout par des carbures d'hydrogène et qui sont par conséquent éminemment combustibles. Les uns sont solides à la température ordinaire, comme l'asphalte ou bitume de Judée, d'autres sont liquides comme le naphte, et certains sont si volatils, qu'ils passent par degrés insensibles aux gaz de même composition qualitative, tels que le grisou. Ces divers carbures se dissolvent les uns dans les autres et donnent ainsi par mélange une foule de corps d'aspect particulier, parmi lesquels on peut citer le pétrole épais du Canada, et le bitume glutineux ou pisasphalte, le premier de consistance sirupeuse et l'autre tout à fait pâteux.

C'est dans des contrées très diverses que se rencontrent les bitumes. La plupart se montrent dans les formations volcaniques, et l'on n'en peut citer de meilleur exemple que le bitume imprégnant les laves du *Puy de la Poix*, non loin de



LE TEMPLE DU FEU A ATESH-GAH.

Clermont-Ferrand. Les célèbres gîtes des bords de la mer Morte, des îles de la mer Caspienne, ceux de la Sicile, de l'Italie, etc., sont également situés en des points où se manifeste par des signes extérieurs l'activité profonde du globe, et ce mode de gisement contribue à prouver que, malgré leur composition qui en fait des substances organiques, les bitumes dont il s'agit ont dû se former sans la collaboration des actions vitales.

Mais il en est sans doute tout autrement pour les immenses accumulations de pétrole de l'Amérique du Nord, au voisinage desquelles ne s'est fait jour aucune éruption de roches. Il est présumable que la distillation souterraine d'énormes masses végétales a donné lieu d'une part, et comme résidu fixe, aux incomparables couches d'anthracite si activement exploitées, et d'autre part, comme produit volatil condensé, aux poches pétrolifères.

Parfois la distillation des débris animaux a pu donner lieu à des effets semblables, et tout le monde s'accorde pour attribuer une origine de ce genre au bitume qui imprègne le calcaire crétacé de Seyssel (Ain) et de Travers (Suisse) et qui fournit des matériaux fort appréciés pour la construction des trottoirs.

Le naphte est une substance fluide, diaphane, d'un blanc légèrement ambré, beaucoup plus légère que l'eau, et qui s'enflamme à distance par sa vapeur, lorsqu'on en approche un corps embrasé. Son odeur, très pénétrante, est un excellent préservatif contre les insectes. Les usages du naphte sont peu nombreux, et on ne le trouve pas facilement dans le commerce. On assure qu'il entre dans la comopsition de la *laque*. Il est, en effet, beaucoup plus en faveur en Asie qu'en Europe.

Dans nos contrées on ne le rencontre pour ainsi dire pas; il y a seulement quelques sources en Italie, en Sicile et en Calabre, tandis qu'il coule à flots dans plusieurs régions asiatiques. Les bords du Tigre en ont plusieurs sources, ainsi

que la Tartarie et le Japon; mais la ville du naphte par excellence, c'est Bakou, le meilleur port de la mer Caspienne. Un voyageur nous décrit ce lieu étrange :

« Le sol sur lequel est bâti Bakou est plein de naphte; si on introduit assez profondément, en quelque endroit que ce soit, un bâton dans la terre et qu'on approche une lumière de l'orifice du trou que l'on a fait, on a immédiatement un bec de gaz.

» En tout temps, la ville de Bakou a été considérée comme une ville sainte par les Guèbres.

» M. Pigoulewsky, qui nous a donné l'hospitalité, nous conduit le soir même au couvent des Parsis, situé à vingt-deux verstes de Bakou; c'est le fameux sanctuaire Atesh-Gah, où brûle le feu éternel.

» Les prêtres, nous dit notre hôte, sont au nombre de trois seulement; ils sont venus de Delhi; ils ont un autre couvent à Bombay. Persécutés par les mahométans depuis l'an 655, les Parsis sont proscrits et dispersés : ils ne mangent jamais rien de ce qui a vécu; ils ne doivent jamais verser le sang. Ces pauvres gens sont les plus doux et les plus inoffensifs des hommes; ceux qui sont à Atesh-Gah y vivent paisiblement sous la protection de la Russie.

» Nous arrivons dans une vaste plaine : des feux s'échappent d'ouvertures irrégulièrement placées; au milieu s'élève un édifice crénelé; de chaque créneau sort une gerbe de flamme; un foyer plus intense, composé de cinq feux, couronne la plus haute coupole.

» A l'intérieur, le spectacle est imposant, partout le feu sort de la terre; sous la coupole centrale, l'autel est couvert de flammes.

» Nous assistons à une cérémonie religieuse; les prêtres chantent sur un ton fort doux, et leurs voix sont quelquefois accompagnées des sons clairs de petites cymbales. L'office terminé, on nous offre un morceau de candi et des fruits.

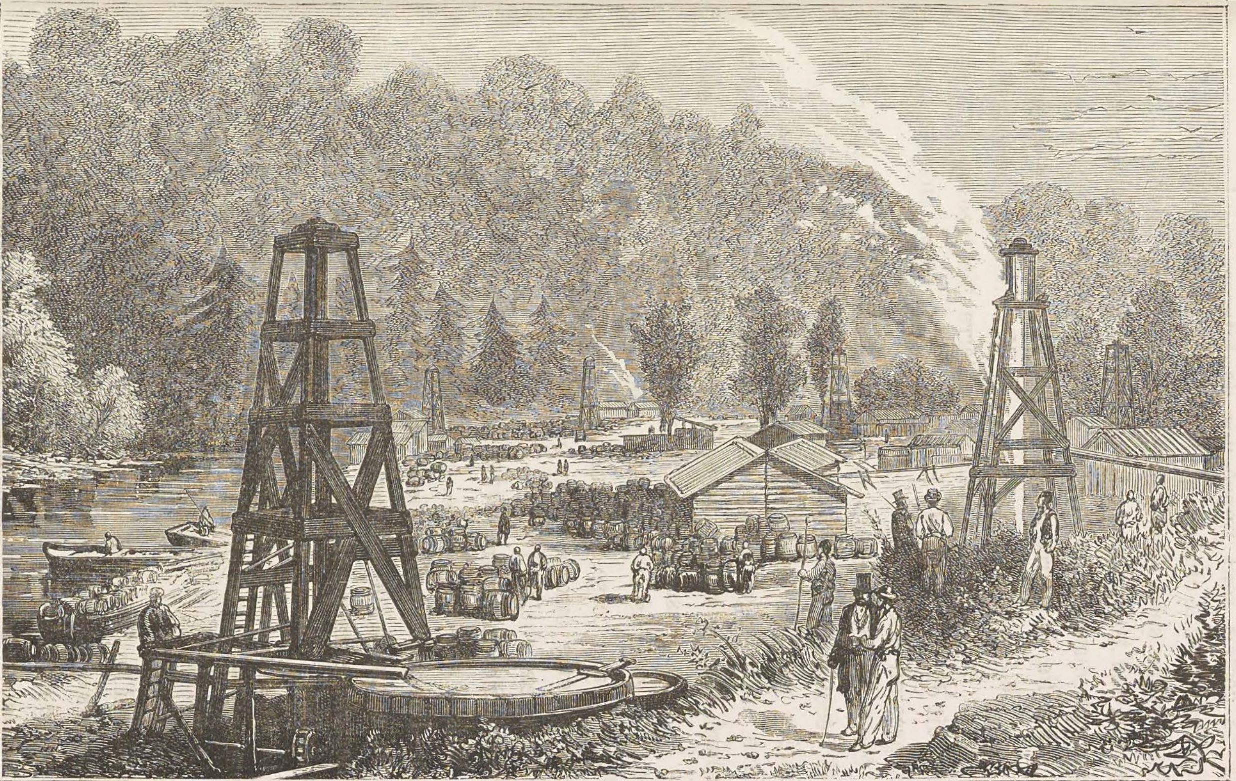
» Il nous reste à voir les feux de la mer. Le lendemain, un capitaine, M. Freygong, nous fait gréer un canot, et nous nous dirigeons par une belle nuit jusqu'aux émanations de naphte, qu'on devine de suite à leur odeur. Un des matelots, muni de bon nombre d'étoupes, en allume quelques-unes et les jette à la mer, à un endroit où elle semble bouillonner; à l'instant même, toute la surface de la mer s'enflamme sur une étendue d'une quarantaine de mètres. Nous allons plus loin répéter la même expérience, et l'incendie se propage; nous nous promenons sur un océan de feu. Quel décor! quelle féerie! il faut enfin nous éloigner; derrière nous brillent toujours les feux, et ils brûleront jusqu'à ce qu'un vent impétueux vienne les éteindre, ce qui peut se faire attendre quinze jours et même un mois. » (Moynet, *Voyage au littoral de la mer Caspienne*.)

Le *pétrole* ou *huile de pierre* est, à l'état naturel, de couleur brune, et plus visqueux que le naphte. L'odeur, la flamme, la fumée de ce liquide sont les mêmes que celles du naphte, qui, exposé à l'air, perd de sa grande fluidité et devient du pétrole. Le naphte se distille presque entièrement sans laisser de résidu, tandis que le pétrole laisse une sorte de bitume, tenant le milieu entre le naphte et l'asphalte.

On se sert beaucoup, pour l'éclairage, de ce dangereux liquide, dont l'eau n'éteint pas la flamme. Son prix, en effet, est peu élevé, car il est extrêmement commun dans la nature.

Sur les bords du Tigre, les sources de pétrole sont si communes, que les eaux de ce fleuve en sont souvent couvertes. La Chine en produit beaucoup et dans la Corée, il est employé à la fabrication de l'encre.

La France produit un peu de pétrole. La source de Gabion, près de Pézénas, dans le département de l'Hérault, découverte dès 1608, en donnait alors 36 quintaux par an. En 1706, elle se perdit entièrement, reparut bientôt après, pour diminuer ensuite presque complètement. Dans certaines localités, le so.



EXPLOITATION DU PÉTROLE EN PENSYLVANIE

et les roches sont imprégnés de bitume que l on extrait d'abord par une chaleur modérée, ensuite par la distillation. Tels sont les sables de Seyssel et de la pente du Rhône, département de l'Ain, ceux de Dax dans les Landes, les tufs et les laves de plusieurs points de l'Auvergne, etc.

En Italie, la source du mont Zibio, située près du volcan vaseux de Sassuolo, aux environs de Modène, a été décrite dès 146; on en chauffait, paraît-il, la terre bitumeuse, on l'enfermait dans des sacs de laine, et on la plaçait ensuite sous un pressoir pour en exprimer l'huile.

En 1879, une nouvelle source, d'un volume considérable, a été découverte, dans les mines de bitume de Bechelbronn, situées près de Soultz-sous-Forêts. L'huile, se frayant avec force un passage, eut comblé bientôt le puits qui avait été creusé dans le but de rechercher une nouvelle source; elle se répandit ensuite dans la principale galerie, et de là dans les galeries adjacentes. Au bout de quatre jours, l'huile affluant sans cesse, les puits d'André et d'Henri, qui sont réunis entre eux par une galerie, en étaient remplis. On compte, en tout, 900 mètres de galeries, contenant une quantité d'huile équivalant à 1780 mètres cubes.

Mais le pays du pétrole, par excellence, c'est la région des États-Unis qui porte si bien le nom de *Pétrolie.*

On estime à 100 millions de gallons ou 4 millions et demi d'hectolitres la quantité de pétrole exportée chaque année des États-Unis.

Le monde entier ne produit pas le cinquième de ce que donnent les États-Unis.

Le pétrole de la Pensylvanie était jadis fort estimé des Indiens à cause de ses propriétés médicales, et employé sous le nom d'huile seneca, qu'il devait à la tribu de Sénécas. Les premiers colons blancs ne tardèrent pas à l'employer pour l'éclairage et pour le nettoyage. C'est seulement en 1853 que l'exploitation du pétrole commença à s'organiser d'une façon régu-

lière. On se contenta d'abord d'étendre des toiles sur les sources et de les tordre lorsqu'elles étaient saturées de pétrole. En 1859, on fora à Titusville un puits qui, à l'aide d'une pompe, fournissait, par jour, quarante *barrels* (barils, tonneaux). Maintenant le produit quotidien des sources en Pensylvanie est de trente mille *barrels*. Aussi le chef-lieu du district s'appelle-t-il *Oil-City* (cité de l'huile). Les puits ont une profondeur moyenne de 800 pieds. Pompé hors des puits, le pétrole est versé dans des bassins, d'où on le transporte ensuite dans des réservoirs, enfin aux raffineries. On se sert à cet effet de wagons ayant l'aspect de grandes chaudières montées sur des roues, et d'une contenance de 3600 gallons (16 200 litres).

Il arrive souvent que la foudre tombe sur les bassins; on a même supposé quelquefois que le pétrole attirait le fluide électrique, ce qui est inexact. Les gigantesques bassins étant en fer, l'attraction du fluide électrique est expliquée par la présence de ce métal. La foudre met en feu les masses de pétrole. L'incendie du 10 septembre 1875, qui est resté célèbre, dura deux jours, et couvrit le pays d'une fumée tellement épaisse, que la clarté du jour en fut obscurcie, pendant que, sur le lieu du sinistre, l'éclat des flammes, les explosions, les colonnes de feu qui jaillissaient dans les airs, donnaient un terrible et magnifique spectacle, dont les colons garderont un long souvenir.

L'*asphalte*, ou bitume de Judée, est une substance noire, solide, à cassure vitreuse, conchoïdale et brillante, souvent mélangée de pétrole, fusible à la température de l'eau bouillante. Il s'enflamme facilement et brûle avec une flamme luisante, en répandant une fumée épaisse et en laissant peu de résidu. A la distillation sèche, il donne une huile bitumineuse particulière, très peu d'eau, des gaz combustibles et des traces d'ammoniaque. Il laisse environ un tiers de son poids de charbon. Sa densité varie de 1 à 1,6.

Le bitume de Judée a été connu de toute antiquité.

Voici ce que Diodore de Sicile dit de la mer Morte, ou lac Asphaltite, qui le produit en si grande abondance.

« Le lac est placé au milieu de la satrapie de l'Idumée; il a 500 stades de long et environ 60 de large. Son eau est amère et puante, de sorte qu'on n'y trouve ni poissons, ni aucun animal aquatique, et qu'elle corrompt absolument la douceur des eaux d'un grand nombre de fleuves qui vont s'y rendre. Il s'élève tous les ans, sur sa surface, une quantité d'asphalte sec de la largeur de trois arpents pour l'ordinaire, quelquefois pourtant d'un seul, mais jamais moins. Les sauvages habitants de ce canton nomment *taureau* la grande quantité et *veau* la petite. Cette matière, qui change souvent de place, donne de loin l'idée d'une île flottante; son apparition s'annonce près de vingt jours d'avance par une odeur forte et puante de bitume qui fait perdre au loin à l'or, à l'argent et au cuivre leur couleur propre... Le voisinage du lac, exposé d'ailleurs aux grandes ardeurs du soleil et chargé de vapeurs bitumineuses, est une habitation très malsaine où l'on voit peu de vieillards, mais le terrain en est excellent pour les palmiers dans les endroits où il est traversé par les fleuves.

» A l'égard de l'asphalte, ajoute l'historien, les habitants l'enlèvent à l'envi les uns des autres, comme feraient des ennemis réciproques, et sans se servir de bateaux. Ils ont de grandes nattes faites de roseaux entrelacés qu'ils jettent dans le lac; et, pour cette opération, ils ne sont jamais plus de trois sur ces nattes, deux seulement naviguant avec des rames pour atteindre la masse d'asphalte, tandis que le troisième, armé d'un arc, n'est chargé que d'écarter, à coups de traits, ceux qui voudraient disputer à ses camarades la part qu'ils veulent avoir; quand ils sont arrivés à l'asphalte, ils se servent de fortes haches avec lesquelles ils enlèvent comme d'une terre molle la part qui leur convient; après quoi ils retournent au rivage.

» Ces barbares, qui n'ont guère d'autre sorte de commerce, apportent leur asphalte en Égypte et le vendent à ceux qui font profession d'embaumer les corps; car sans le mélange de cette matière avec d'autres aromates il serait difficile de les préserver longtemps de la corruption à laquelle ils tendent. »

On recouvrait aussi les barques avec ce bitume; et il y a encore sur l'Euphrate des bateaux de joncs enduits de la même substance, dont la construction n'a pas changé depuis les temps les plus reculés. Les briques des murailles de Babylone furent cimentées avec de l'asphalte. Et il résulte de documents récemment découverts que les anciens Hébreux appliquaient le bitume, dissous dans l'huile, au traitement des vignes et des autres plantes cultivées envahies par les parasites.

On s'est demandé s'il n'y a pas lieu de faire revivre cette ancienne pratique contre le phylloxéra.

C'est après les tremblements de terre que l'asphalte apparaît avec le plus d'abondance à la surface de la mer Morte.

En 1837 eut lieu en Syrie une des secousses les plus fortes qu'ait éprouvées cette contrée. Elle fut ressentie d'un bout à l'autre de la vallée du Jourdain, sur une zone de 181 lieues de long et de 32 lieues de large. Six mille personnes périrent dans cette catastrophe, qui détruisit entièrement la ville de Tibériade. Dans les environs de cette localité, de nouvelles sources chaudes jaillirent et des fissures profondes se produisirent dans les rochers. Sur la mer Morte, les Arabes virent flotter une masse d'asphalte, qu'ils recueillirent et dont ils tirèrent 15000 francs, en le vendant au bazar de Jérusalem, à raison de 100 francs le quintal.

Le lac rejette sur ses bords des débris d'asphalte que l'on trouve durs et cassants au milieu des graviers de la plage. Les Arabes les vendent aux chrétiens de Bethléem, qui les appellent pierres de la mer Morte et qui en façonnent pour les pèlerins catholiques différents objets de piété.

CHAPITRE XXV

LE SOUFRE

Les gisements de soufre. — Les mines de Sicile. — Origine du soufre. — La solfatare de Pouzzoles. — La solfatare de l'île de Java. — Les caractères du soufre. — Raffinage. — Usages.

Le soufre est un corps simple, très répandu dans la nature. C'est dans le voisinage des volcans en activité qu'il se montre avec le plus d'abondance : le Vésuve, l'Etna, les volcans des Andes, et surtout ceux d'Islande, en présentent des dépôts considérables. Dans cette dernière localité, le soufre est si abondant, qu'on peut l'extraire à la pelle, comme du sable ; il se dégage de toutes les fissures voisines des cratères avec une activité surprenante.

C'est en Sicile que se présente le plus important des gîtes de soufre. Le nombre des mines qui y sont actuellement ouvertes est d'environ deux cents. Leur profondeur varie de 50 à 100 mètres. On y pénètre par des galeries très inclinées, en forme d'escaliers tortueux, taillées dans le sol, et c'est par cette voie qu'on extrait le minerai *à dos d'enfants*

L'abattage se fait à la pointe du pic ou *picon;* de là le nom de *piconieri* donné aux mineurs. Leur nombre par toute la Sicile est estimé à 5000 environ, et celui des enfants qui transportent le minerai est double.

Le terrain soufrier de la Sicile se compose de grès bitumineux à grains fins, et de marnes schisteuses noires, bitumineuses, contenant des lits interstratifiés de calcaire compacte On le classe dans le miocène.

C'est en effet dans l'étage tertiaire que la formation du soufre prend le plus d'importance; cependant on en trouve dans des gisements très différents, depuis les terrains schisteux cristallins jusqu'aux couches les plus modernes. Le plus ancien est celui qu'on a signalé aux environs de Quito dans des quartz subordonnés aux micaschistes.

La seule localité française où le soufre apparaisse avec quelque abondance s'appelle les Tapets, près d'Apt (Vaucluse).

A l'époque moderne, le soufre continue à se produire. Nulle preuve n'est plus éloquente à cet égard que la découverte faite à plusieurs reprises dans le sous-sol de Paris d'anciens plâtras tout imprégnés de soufre pur, parfaitement cristallisé. L'origine de ce soufre n'est pas douteuse. Sous l'influence des matières organiques enfouies avec eux, les fragments de plâtre, constitués, comme on sait, par le *sulfate de chaux*, perdent de l'oxygène, subissent une série de *réductions*, suivant l'expression des chimistes, dont l'un des produits est l'hydrogène sulfuré. Celui-ci, parvenant vers les régions superficielles du sol où circulent des gaz plus ou moins riches en oxygène, éprouve une combustion partielle qui transforme son hydrogène en eau, tandis que son soufre se dépose. Il est certain que le même mode de formation, continué seulement plus longtemps, s'applique au soufre stratifié des Tapets, associé à du gypse et à du lignite, c'est-à-dire à deux substances rigoureusement équivalentes aux plâtras et aux détritus organiques du sous-sol parisien. Malgré l'apparence première, il y a grande analogie également avec le mode de production du soufre qui imprègne les terrains volcaniques : ici encore, de l'hydrogène sulfuré vient se brûler incomplètement à la surface. Seulement, on n'est pas autorisé à affirmer que le gaz sulfuré dérive de sulfates par réduction; car les laboratoires où il se produit échappent par leur profondeur à nos investigations.

Le type du terrain volcanique sulfurifère fourni par la

solfatare de Pouzzoles est reproduit sans variantes par toutes les solfatares. On donne ce nom à d'anciens cratères où l'activité souterraine ne se manifeste plus que par le dégagement de vapeurs parfois très chaudes où domine l'eau, et où figurent l'hydrogène sulfuré, l'acide chlorhydrique, et les autres produits des fumerolles.

La solfatare de Pouzzoles, qui s'élève dans les Champs Phlégréens, non loin du Vésuve, a la forme d'une ellipse dont le grand axe a 1000 mètres de longueur. La vapeur d'eau et l'hydrogène sulfuré s'échappent de toutes les parties du cratère par des ouvertures tapissées de cristaux de soufre. La plus grande partie du soufre que l'on exploite à la solfatare provient de la distillation des terres argileuses qui constituent le fond même du cratère.

L'île de Java possède une des plus grandes solfatares que l'on connaisse : celle de Gunnung Prahou, qui forme le point le plus élevé d'une chaîne de montagnes accidentée. Ses colonnes de vapeur s'élèvent avec bruit du milieu d'une forêt. Si l'on approche, on aperçoit une muraille naturelle semi-circulaire, de 40 pieds environ de hauteur, et dont la base plonge dans un bassin dont l'eau est dans un état permanent d'agitation.

Au centre du gouffre, l'eau, soulevée par l'action intérieure à une hauteur de quatre ou cinq pieds, dégage sans cesse des nuages de vapeurs qui montent dans les airs avec une rapidité extraordinaire. Les eaux, rejetées du bassin principal, se déversent dans une série de petites excavations qui se trouvent immédiatement au-dessous. Leur chute a lieu avec une telle violence, qu'elle fait trembler le sol et qu'elle est accompagnée d'un bruit épouvantable.

Au bord du goufre, l'eau a une température de 66 degrés; en général, elle est trouble, d'une couleur grise, et elle dépose un sédiment de soufre blanc-jaunâtre.

Il y a des solfatares dans toutes les parties du monde :

citons celles de Bourbon, de la Guadeloupe, de l'Amérique centrale; le pic de Makoushkin, dans les îles Aléoutiennes, sur les parois duquel on recueille du soufre en grande quantité, etc., etc.

Le soufre est de couleur jaune; quelquefois il est verdâtre, brunâtre ou rougeâtre, par suite de mélanges. Soumis à une température de 111 degrés, il fond; chauffé davantage, sa fluidité se maintient jusqu'à 150 degrés; passé ce terme, elle diminue sensiblement; de 200 à 250 degrés, il est pâteux et consistant; il reprend au delà de ce terme une fluidité nouvelle; vers 400 degrés, il entre en ébullition et se distille sans résidu, s'il est pur. Touché par le feu, il brûle en développant une flamme bleue et en se transformant en acide sulfureux, dont l'odeur suffocante est caractéristique.

La forme cristalline la plus fréquente du soufre est l'octaèdre droit rhomboïdal; dans quelques cristaux, il a une transparence assez sensible; mais généralement il n'est que translucide ou même tout à fait opaque. Sa densité est 2,1; il est peu dur et très fragile. Il possède la double réfraction; et il acquiert par le frottement l'électricité résineuse.

En général, le soufre n'est pas assez pur pour être versé dans le commerce tel qu'il sort des soufrières. D'ordinaire on en extrait la gangue et les parties terreuses les plus grossières; puis on le purifie, en le chauffant légèrement dans des pots de terre cuite, fermés par un disque également en terre et luté avec de l'argile. Ces pots, disposés dans un fourneau, communiquent, au moyen de tuyaux, avec d'autres vases dont les fonds, percés de trous, reposent sur un tonneau rempli d'eau. Sous l'influence de la chaleur, le soufre se liquéfie, coule dans les tuyaux et vient se condenser dans l'eau, où il se fige. En cet état, on le nomme *soufre brut;* il n'est point encore assez épuré; et, suivant le service auquel on le destine, on le purifie de nouveau en le faisant refondre dans des chaudières où il dépose toutes ses impuretés; après quoi, on

le décante avec une grande cuiller; puis on le moule dans des tubes de bois humides, où il prend la forme que l'on connaît du *soufre en canon*.

Quand on veut obtenir la *fleur de soufre*, on chauffe convenablement le soufre brut dans une chaudière fermée qui communique, par un conduit, avec une chambre en maçonnerie, destinée à recevoir le soufre à l'état de vapeur; là cette vapeur se refroidit, se condense, et se précipite en poudre d'une grande pureté et d'une ténuité extrême.

De cette manière, on peut extraire aussi le soufre des sulfures de fer et de cuivre (pyrites); car, sous l'influence de la chaleur, les métaux abandonnent une partie de cet élément avec lequel ils sont combinés; de sorte qu'en recueillant les vapeurs sulfureuses dans des appareils, leur condensation amène un résultat analogue à celui que nous venons d'indiquer.

Les usages du soufre sont nombreux. Il sert à la fabrication de l'acide sulfureux, de l'acide sulfurique, de la poudre, des allumettes; il est employé en thérapeutique pour détruire les parasites, et l'agriculture en consomme d'immenses quantités dans le traitement de l'oïdium, maladie de la vigne.

CHAPITRE XXVI

LA HOUILLE

Usages. — Caractères. — Découverte de la houille en tant que combustible. — Histoire de Houillos. — Les mines de houille : puits et galeries. — Les boiseurs. — Le grisou. — La ventilation. — L'éclairage. — La lampe de Davy. — La fermeture des lampes. — Les grandes catastrophes. — Le gaz d'éclairage. — Origine de la houille. — Les bassins houillers. — La tourbe. — Le lignite. — L'anthracite.

« La houille, dit M. Simonin dans la *Vie souterraine*, fait aujourd'hui la fortune de courageux et patients chercheurs, de compagnies nombreuses d'exploitation, de pays tout entiers. L'Angleterre ne lui doit-elle pas en grande partie sa puissance industrielle et maritime? N'est-ce pas la houille qui anime désormais toutes les machines, celles des usines, des manufactures, des ateliers, aussi bien que les machines marines et les locomotives? Matière pesante, elle forme pour les navires marchands une cargaison avantageuse au lieu de lest; elle alimente pour moitié le mouvement des canaux et des chemins de fer. Aujourd'hui que la marine militaire s'est transformée par la vapeur, la houille n'intervient pas seulement dans la prospérité, mais encore dans la défense des États, si bien qu'elle a été déclarée contrebande de guerre. La houille ! n'est-ce pas elle qui éclaire les villes et qui chauffe presque tous les foyers, ceux des fabriques comme les foyers domestiques, et à ce titre n'est-elle pas le combustible du pauvre? N'est-ce pas elle aussi qui est le grand réducteur

des minerais métalliques? Et comme si rien ne devait manquer à des emplois déjà si divers, n'est-ce pas de la houille que d'habiles chimistes ont retiré les plus vives et les plus solides couleurs, celles qui, sous les noms de *magenta*, de *solférino*, de *havane*, ont fait le tour du monde avec les nouveautés de Lyon et de Paris? N'est-ce pas, enfin, de la houille qu'on a extrait aussi ce merveilleux produit, dont la médecine s'est heureusement emparé, qui a le pouvoir de prévenir la gangrène et de *tanner* les plaies : nouveau miracle de la chimie? »

La houille est une substance composée essentiellement de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. Comme tout le monde le sait, elle est d'un noir brillant; sa cassure est plus souvent lamelleuse que conchoïde; elle est ordinairement peu dure; sa pesanteur spécifique varie entre 1,25 et 1,35; elle donne une poussière noire, tirant un peu sur le brun; elle s'allume et brûle facilement avec flamme, en répandant une fumée noire et une odeur bitumineuse. Les anciens ont connu la houille, mais ne l'ont pas employée; les Grecs la désignaient sous le nom de *lithanthrax* (charbon de pierre). Les Chinois semblent l'avoir exploitée avant notre ère; mais leurs mines, creusées sans aucun art, sont encore de nos jours ce qu'elles étaient au début.

En Europe, c'est l'Angleterre qui la première a mis la main sur le précieux combustible d'où est sortie la moitié de notre civilisation, toute l'industrie moderne. Au XI[e] siècle, Guillaume le Conquérant partage à ses soldats les mines de Newcastle.

Pour la Belgique, autre grand pays minier, c'est au XII siècle qu'ont commencé les premiers travaux. Le moyen âge, fertile en légendes, a naturellement brodé l'histoire de la découverte de la houille. Naturellement aussi, il n'a pas prévu tout ce que nous donnerait la *terre noire*, et il l'a accueillie simplement comme un secours aux pauvres gens. Nous emprun-

tons encore à la *Vie souterraine* de M. Simonin l'histoire de *Houillos.*

« Houillos, maréchal-ferrant à Plénevaux, était si pauvre qu'il ne pouvait suffire à ses besoins; souvent il n'avait pas de pain à donner à sa femme, à ses enfants. Un jour que, sans travail, il était presque décidé d'en finir avec la vie, un vieillard à barbe blanche se présenta dans sa boutique. Ils entrèrent en conversation. Houillos lui confia ses chagrins. Disciple de Saint Éloi, il travaillait le fer, soufflant lui-même la forge pour économiser un aide. Il réaliserait bien quelques bénéfices, si le charbon de bois n'était pas si cher; mais c'était là ce qui le ruinait. Bref, comme pour le pauvre bûcheron du fabuliste, sa femme, ses enfants, les soldats, les impôts,

Le créancier, la corvée,
Firent d'un malheureux la peinture achevée.

» Le bon vieillard était ému jusqu'aux larmes. « Mon ami, « dit-il au forgeron, allez à la montagne voisine, vous y fouillerez « le sol, et découvrirez des veines d'une terre noire excellente « pour la forge. » Ainsi dit, ainsi fait. Houillos alla au lieu indiqué, y trouva la terre annoncée, et l'ayant jetée au feu, parvint à forger un fer à cheval en une seule chaude. Rempli de joie, il ne voulut pas garder pour lui seul cette précieuse découverte; il en fit part à ses voisins, et même aux maréchaux ses concurrents. La postérité reconnaissante a donné son nom à la houille (on a vu qu'il s'appelait Houillos), et, sous ce rapport, il a été beaucoup plus heureux que beaucoup d'autres inventeurs. Son souvenir est encore conservé par tous les mineurs de Liège, qui, le soir, dans les veillées racontent l'histoire *du prud'homme houilleur* ou du *vieillard charbonnier.* »

La houille trouvée par le maréchal de la légende *affleurait*, c'est-à-dire se présentait à la surface du sol. Mais les affleurements ne peuvent pas fournir à une longue exploitation; en outre, le charbon y est, en général, fort altéré par l'action des

agents externes. De proche en proche, on arriva bientôt à poursuivre la houille en pleine roche, et l'on cite certaines mines qui ont près d'un kilomètre de profondeur verticale.

Les conduits souterrains qui composent une mine sont, les uns verticaux, et désignés sous le nom de *puits*, les autres plus ou moins horizontaux, et appelés *galeries*. Le nombre des galeries est parfois très considérable, beaucoup plus grand que celui des puits.

Les puits servent tout d'abord à mettre les galeries en rapport avec le *jour;* c'est par là que les ouvriers descendent et montent; c'est par là aussi que le combustible est extrait. Aussi, dans toutes les mines bien outillées, au haut du puits existe-il une puissante machine à vapeur. Elle enroule et déroule, suivant les besoins, autour d'un gros tambour, un câble plat, en fil d'aloès, auquel sont suspendues les *bennes*. Mais un puits ne suffit pas; il est de toute nécessité d'envoyer beaucoup d'air dans les travaux, pour fournir à la respiration des hommes, à la combustion des lampes, au balayage des gaz irrespirables de toute nature et en première ligne du gaz inflammable appelé *grisou*. Il faut donc que l'air, poussé par un puits, à l'aide d'une énergique machine soufflante, ressorte par un autre puits. Le réseau de galeries est toujours en proie à un violent courant d'air, qui serait très gênant pour le travail, si les galeries n'étaient munies à de très courtes distances de portes s'ouvrant toutes dans le même sens qui est opposé au sens du vent, et qu'on est obligé d'ouvrir à chaque pas.

Au moment où la benne qui vous contient s'enfonce dans le sol et qu'il vous semble que tout appui va vous manquer, ce qu'on éprouve de plus net, c'est une violente compression du crâne; on entend à peine ce que disent des voisins immédiats; mais, par contre, le moindre mot qu'on profère soi-même résonne dans toute la tête. Il suffit d'une minute pour que cet accident disparaisse, en même temps que s'établit l'équi-

libre entre l'atmosphère comprimée où l'on se trouve et l'air de l'oreille moyenne. De temps en temps on passe devant des bouches de galeries où les lampes des mineurs brillent tout à coup dans l'obscurité. Parvenu au fond, on met pied à terre et l'on s'engage dans le labyrinthe. Économe de travail, le mineur n'a donné au couloir que la dimension strictement nécessaire au passage des wagonnets, et la terre, jalouse de reprendre son domaine, comprime de toutes parts les *boisages*



GALERIE BOISÉE.

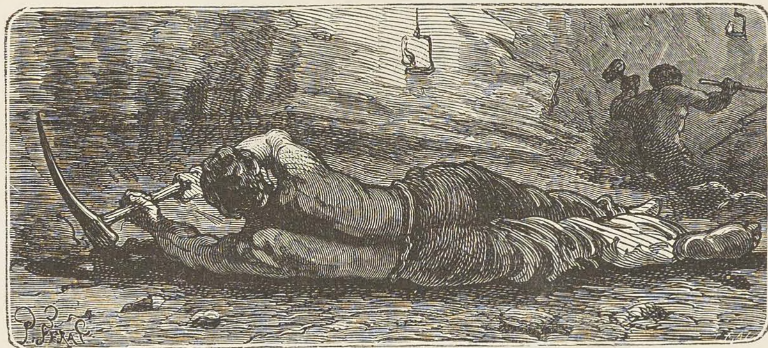
destinés à soutenir les galeries. Le toit se gonfle vers le plancher qui se soulève, tandis que les deux parois latérales tendent à se rapprocher l'une de l'autre; on a comme la vague sensation du resserrement d'un étau. Les *boiseurs* luttent constamment contre ce tassement du sol, et il n'y a pas de jour qu'il n'aient de nombreux étais à remplacer. Parvenu au bout de la galerie, on arrive enfin auprès du mineur. Couché sur le flanc, il abat au *pic* le front de la couche faiblement éclairé par sa lampe; pendant huit heures, il reste seul dans cette pose pénible, baigné de sueur, que la fine poussière du charbon transforme en une boue épaisse, dans une atmos-

phère étouffante, et toujours menacé des plus grands périls.

L'implacable ennemi du mineur, c'est le *grisou* qui se dégage des houillères, mélange gazeux, complexe et très variable, dont la base essentielle est l'hydrogène protocarboné ou gaz des marais.

L'hydrogène protocarboné est incolore, et ordinairement inodore. Parfois on trouve au grisou un léger goût de pomme. Dans certains cas il prend une odeur fétide. Il peut produire un léger picotement aux yeux.

Il n'est pas toxique; mais il devient asphyxiant, si sa pro-

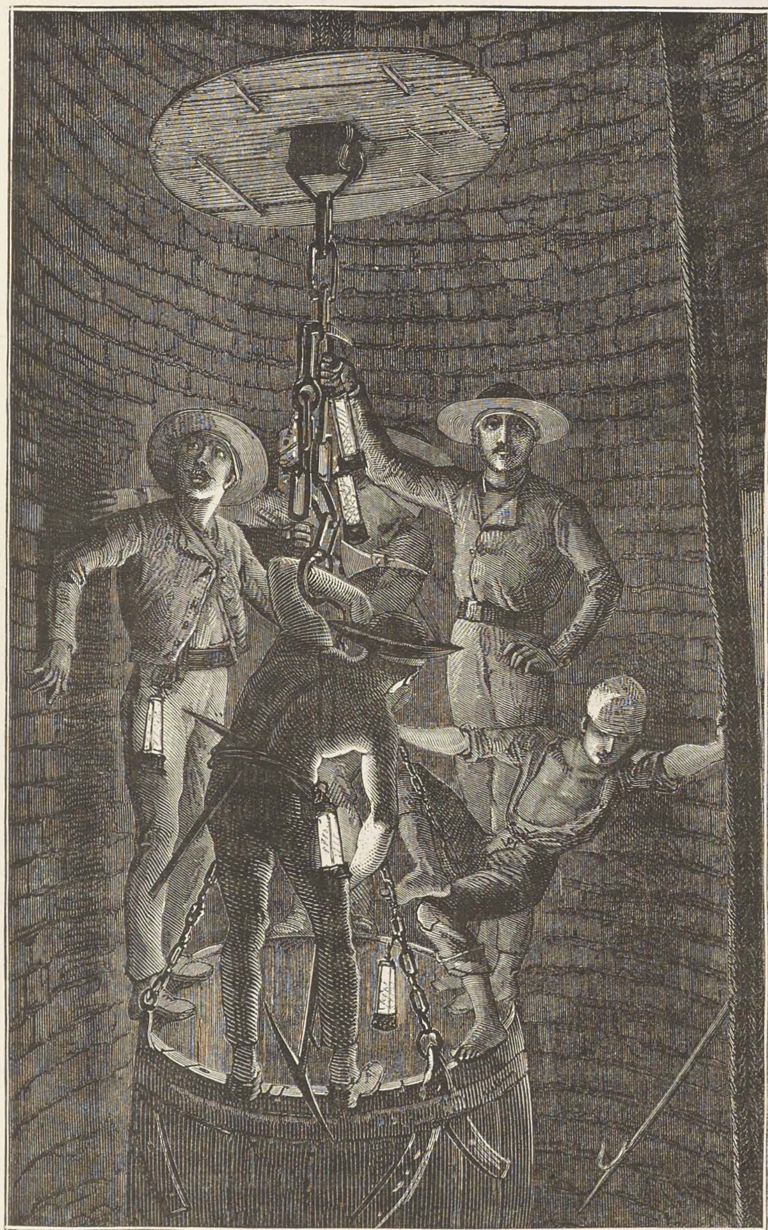


TRAVAIL A COL TORDU.

portion atteint le tiers environ du volume du mélange respiré. Avec les conditions actuelles de l'aérage, cette circonstance ne se présente que d'une manière tout à fait exceptionnelle. Au siècle dernier, au contraire, elle constituait un danger spécial pour le mineur. Ainsi, dans les houillères de Whitehaven, il ne se passait pas de semaine sans cas d'asphyxie.

Le grisou est surtout terrible par ses explosions et par son inflammabilité.

Il sort du massif houiller avec tous les indices d'une pression en général sensible, et qui parfois peut devenir énorme.



LA DESCENTE DANS LE PUITS.

Lorsque le dégagement du grisou est un peu abondant à un front de taille, une oreille attentive le perçoit facilement par un petit bruissement particulier que les mineurs appellent le *chant du grisou*. On dit alors que le gaz *frise*. On peut comparer ce bruit à celui de la pluie ou encore d'une bouilloire pendant les instants qui précèdent l'ébullition.

Ce phénomène est produit par le décrépitement d'une multitude de parcelles de houille détachées par la pression des bulles de gaz qui tendent à s'échapper des pores du combustible. On trouve ici une analogie avec ce qui se passe lors de la dissolution du sel gemme dans l'eau, car ce minéral renferme lui-même un gaz à peu près identique au grisou de la houille.

L'explosion a lieu, si une atmosphère formée de grisou et d'air préalablement mélangés en proportions voulues subit le contact, non pas seulement d'un corps solide incandescent, qui généralement serait insuffisant pour déterminer la détonation, mais d'une flamme gazeuse. Les proportions de grisou ont été étudiées, il y a longtemps déjà, par Davy. Si la quantité de grisou n'atteint pas 3 à 4 centièmes, on n'observe rien de spécial. Pour cette proportion, la flamme des lampes commence à *marquer*, suivant l'expression des mineurs, c'est-à-dire qu'elle s'environne d'une auréole bleuâtre en même temps qu'elle s'allonge et devient fuligineuse. A 6 p. 100, la flamme très longue a son auréole très épanouie; à 7 ou 8 centièmes, l'inflammation se propage avec une certaine lenteur dans la masse. Aussi voit-on parfois le feu courir au faîte des galeries, comme celui d'une traînée de poudre, et menaçant d'une catastrophe, s'il vient à rencontrer des régions où la proportion soit encore plus élevée. L'explosion est alors instantanée, et c'est vers 12 à 14 p. 100 qu'elle atteint le maximum d'énergie. Au delà, on parcourt en sens inverse une série d'effets analogues. Vers 20 centièmes, on se trouve à peu près dans les mêmes con-

ditions qu'à 6 p. 100 et à 30 centièmes la lampe s'éteint.

La ventilation, nous l'avons vu, est très énergique dans les mines, et elle est employée efficacement pour l'entraînement rapide du gaz hors la mine. Mais elle ne suffit pas pour prévenir les catastrophes, car de temps à autre le dégagement du gaz inflammable se fait tout à coup en quantité assez considérable pour qu'une détonation devienne imminente au contact d'une flamme. Le mode d'éclairage a donc toujours été la grande préoccupation et la grande difficulté de l'industrie minière. On se servit d'abord de lampes placées à distance des tailles et dans les endroits les plus bas (le grisou étant plus léger que l'air s'accumule toujours dans la partie supérieure des galeries); les ouvriers ne perdaient pas ces lampes de vue, et lorsque la flamme bleue, indice du grisou, commençait à se montrer, on les éteignait promptement. Plus tard on découvrit que le grisou était d'une inflammabilité assez difficile et que la chaleur rouge ne suffisait pas pour la déterminer : c'est-à-dire qu'on pouvait sans danger porter un fer rouge dans ce gaz, la chaleur blanche ou la flamme ayant seule la température nécessaire pour le mettre en feu. Cette découverte donna naissance au *rouet à silex*, qui se composait d'une roue d'acier tournant rapidement sur un morceau de grès; les étincelles qui en jaillissaient suffisaient pour éclairer le mineur. Tout imparfait qu'il était, ce procédé d'éclairage jouissait d'une certaine considération, lorsque Davy dota les houillères de sa lampe de sûreté. On doit à ce grand homme bien des existences! Frappé des dangers que courent les ouvriers dans les mines, il se munit d'une collection de gaz carbonés, pris dans les mines de Newcastle et sur lesquels devaient porter ses expériences. Après avoir éprouvé, disait-il, un plaisir indicible dans ces travaux, parce que l'humanité devait en retirer quelque profit, il découvrit que la flamme d'une lampe, entourée d'une mince lame de métal percée de petits trous, n'enflammait pas à l'extérieur

un mélange détonant, alors même que celui-ci entrait par les trous et brûlait dans l'intérieur de la lampe. Et il inventa la lampe qui porte son nom, et qui, dans son état le plus simple, n'est autre chose qu'une lampe ordinaire entourée d'une toile métallique vissée sur le réservoir.

Le mélange détonant brûle dans la lampe à mesure qu'il y arrive; mais la flamme ne peut se communiquer au dehors : elle s'éteint en passant à travers les fils rapprochés du treillis qui lui empruntent de la chaleur.



LA PREMIÈRE LAMPE DE DAVY.

Mais, comme les meilleures choses de ce monde, la lampe de Davy n'est pas parfaite, et le principe qui interdit à la flamme de sortir du treillis n'est pas absolu. Un courant d'air vif, par exemple, peut la pousser au dehors. Aussi un premier perfectionnement a-t-il été d'ajouter à la lampe un tube de verre destiné à la protéger.

Autre danger, dans les cas de brusque et considérable dégagement de grisou : le cylindre métallique est d'abord rempli par une flamme bleue, au milieu de laquelle on distingue facilement la flamme de la mèche, qui est d'une autre couleur; mais lorsque la proportion du gaz inflammable devient considérable, la flamme de la lampe cesse d'être visible et se perd dans la flamme totale. Alors le danger est imminent; et l'on conçoit que les mineurs ne doivent jamais attendre ce moment pour abandonner leurs travaux, qu'ils ne reprennent que lorsque la ventilation a entraîné au dehors la plus grande partie du gaz détonant.

Chaque mineur ayant sa lampe, on se figure bien quelle immense affaire est la lampisterie d'une mine. Les lampes sont faites et visitées chaque jour, avec le plus grand soin, par des ouvriers spéciaux. On se donne autant de mal pour prévenir

l'incurie de l'ouvrier que Davy s'en est donné pour empêcher les explosions du grisou. On le redit sans cesse : ces hommes, dont la vie est pour ainsi dire toujours en question, oublient constamment les périls qui les environnent : ce qui est fort heureux pour la paix de leur rude existence; et ils débarrasseraient volontiers leur lampe de son enveloppe protectrice pour allumer leur pipe, ou pour le simple plaisir d'y toucher; les règlements, les amendes, les exclusions ne peuvent rien contre cette tendance; et les inventeurs s'ingénient à leur cacher le secret de l'ouverture de la lampe. Il y a une certaine lampe qui se ferme au moyen d'une vis de 1200 tours, destinée à lasser la patience de l'ouvrier, tandis qu'une répétition d'engrenages en vient rapidement à bout à la lampisterie. Dans un autre système, la lampe est soudée chaque fois qu'elle sert. Enfin, dans les houillères de Saint-Étienne, on emploie pour les fermetures des lampes des pistons de fer doux à ressort, noyés dans le corps de la lampe, et qu'on ne peut extraire qu'à l'aide de forts électro-aimants, mis en jeu par le lampiste, à l'aide d'une pédale et d'une machine de Gramme.

Hélas! tous les perfectionnements, toutes les précautions, toutes les commissions scientifiques n'empêchent pas les catastrophes, plus rares maintenant, il faut en convenir, mais quelquefois terribles. Le plus épouvantable des *coups de grisou* fut celui de Oaks-Colliery (Yorkshire), survenu le 12 décembre 1866. Une première explosion anéantit 334 hommes. Des ingénieurs et des ouvriers descendirent au nombre de 27, et ils furent frappés par un second coup de feu. Dix-sept détonations se succédèrent pendant six jours, sans qu'il fût possible de faire aucune nouvelle tentative pour rentrer dans les travaux. Au bout de ce temps on crut entendre une voix au fond d'un puits; on descendit, et l'on sauva un homme, le seul échappé de cet effroyable malheur.

Les effets des coups de feu ne sont que trop connus. Les

ouvriers sont brûlés, projetés et brisés contre les parois, asphyxiés. On dit souvent que les victimes ont avalé le feu : l'intérieur de leurs poumons est, en effet, désorganisé. La mort est parfois rigoureusement instantanée : des hommes ont été retrouvés dans la position même du travail. les uns arc-boutés sur leur pelle, d'autres sur leur manivelle. L'énorme compression exercée par l'atmosphère sur toute la surface pulmonaire provoque, sans doute, dans ce cas, un afflux de sang au cœur et une syncope mortelle. Si les mineurs ont le temps de voir venir la flamme, ils doivent se jeter ventre à terre, la figure dans l'eau ou dans la boue. Mais quelquefois il se dégage de l'oxyde de carbone lors de la combustion, et les hommes qui survivent à l'explosion peuvent se trouver empoisonnés.

Le chaos règne dans la mine : les boisages sont renversés; des éboulements obstruent les chemins d'air et les galeries par lesquelles pourrait s'effectuer le sauvetage. Les cloisons sont détruites, les portes sont renversées; le ventilateur est souvent disloqué, et l'aérage interrompu. Une épaisse colonne de fumée et parfois même des flammes livides s'échappent par l'orifice des puits.

Les poussières de charbon qui remplissent souvent les galeries d'un nuage presque irrespirable, et qui causent chez les ouvriers des mines la maladie du poumon connue sous le nom de *mélanose charbonneuse*, ces poussières jouent un grand rôle dans les coups du grisou. Elles peuvent même, à elles seules, causer des explosions, ainsi que cela a été constaté à Anzin, où l'on observa des flammes rougeâtres d'une dizaine de mètres, et qui ne pouvaient être attribuées qu'aux poussières, car la flamme du grisou est bleue.

La houille n'alimente pas seulement les fourneaux des usines, elle ne constitue pas seulement le chauffage le plus économique de la vie domestique, c'est elle encore qui nous fournit la plus grande partie de notre éclairage. Le gaz qui



LE COUP DE CRISOU.

illumine les rues et les boutiques, qui s'introduit même dans un grand nombre d'appartements particuliers, le gaz hydrogène carboné est le produit de la distillation de la houille dans des cornues de fonte ou de terre cuite. Le coke n'est autre chose que le résidu de cette distillation. Les houilles de Mons et de Commentry, qu'on emploie généralement à Paris pour cet usage, donnent en moyenne 23 mètres cubes de gaz par 100 kilogrammes.

Qu'est-ce que ce charbon, dont la terre tient de si prodigieuses réserves? C'est le produit de la métamorphose, à la suite d'une véritable fermentation, de matières végétales accumulées et soumises pendant de longues suites de siècles à des conditions de température et de pression que l'expérience a permis de reproduire.

En faisant cuire au rouge un bloc d'argile au milieu duquel on avait empâté des branches de fougère, on trouva, après l'expérience, que les feuilles s'étaient changées en véritable houille.

L'épaisseur de certains bancs de houille et leur grande surface prouvent qu'à l'époque de leur formation la végétation était extraordinairement active. Les caractères des plantes dont nous retrouvons les empreintes dans les grès et dans les schistes houillers, permettent de croire qu'elles faisaient partie de forêts comparables, sauf leurs dimensions beaucoup plus grandes, aux forêts actuelles des régions tropicales. Et comme la houille existe jusque près des pôles, par exemple à la Nouvelle-Zemble et au Spitzberg, il faut bien reconnaître que toute la surface du globe était alors soumise à un climat torride.

Il y a des mines de houille dans toutes les parties du monde. En Europe, les pays les plus riches sont l'Angleterre, la Belgique et la France. Notre pays, avec cinquante-huit bassins, produit annuellement plus de huit millions de tonnes; la Belgique, avec une surface beaucoup moindre, en exploite

autant. En Angleterre, l'extraction houillère atteint 40 millions de tonnes. C'est huit fois celle de la France et plus de trois fois celle de tout le reste de l'Europe. Le bassin le plus important de l'Angleterre est celui qui s'étend au sud du pays de Galles; puis viennent les gisements de Bristol, de Dudley. En outre, le terrain carbonifère se présente entre Derby et les frontières de l'Écosse, sous la forme d'une chaîne allongée à peu près dans le sens du méridien, qui contient des gîtes houillers considérables. En Belgique, les gîtes de houille se trouvent sur une longue bande qui s'étend depuis Aix-la-Chapelle jusqu'à nous, par Liège et Namur. Les principaux gisements français sont ceux du département du Nord, du bassin de la Loire, au-dessus d'Angers, de Commentry, du Creusot, de Saint-Étienne, d'Alais, etc. Le Plateau central offre un assez grand nombre de petits bassins sporadiques remarquablement alignés.

L'Espagne renferme des bassins importants, mais elle ne les exploite guère. Les autres parties de l'Europe sont presque entièrement privées de houille, notamment la Scandinavie, la Grèce, l'Italie. Depuis quelques années, l'Amérique s'est révélée comme étant extrêmement riche en houille, surtout à l'ouest des Alleghanys. Il y a des gisements considérables en Patagonie. La Nouvelle-Écosse, le Canada, le Groenland possèdent également le précieux combustible. Il abonde dans plusieurs parties de l'Asie, notamment en Chine; on l'a découvert en Australie et dans la Nouvelle-Calédonie.

La houille est loin d'être un minéral isolé dans la nature. C'est, au contraire, l'un des termes d'une longue série de substances dont la tourbe, le lignite, l'anthracite, le graphite sont d'autres types nettement caractérisés. La houille a certainement passé par des états comparables à ceux de la tourbe et du lignite; et si on l'eût laissée dans son gisement, soumise un temps suffisant aux influences métamorphiques, elle se fût sans aucun doute transformée en anthracite, puis en graphite.

La tourbe se forme sous nos yeux aux dépens de plantes herbacées qui se décomposent seulement au fond de l'eau, c'est-à-dire à l'abri du contact de l'air. Les mousses, qui surtout engendrent la tourbe et qu'on nomme des *sphaignes*, présentent avec les plantes de l'époque houillère de remarquables analogies. Elles ont la propriété de pousser presque indéfiniment par leur sommet alors même que leur base est déjà envahie par le phénomène du tourbage, au point d'avoir perdu la structure végétale. Quand on exploite la tourbe, et qu'on excave dans ce but les prés tourbeux, on observe aisément au-dessous de la couche superficielle, verte, des sphaignes en pleine végétation, un lit de mousse simplement brunie, qui forme la tourbe herbacée et plus bas une épaisseur plus ou moins considérable de tourbe compacte. A l'analyse chimique, la tourbe ne diffère de la matière végétale vivante que par une proportion un peu moindre de principes volatils ou, ce qui revient au même, par une proportion un peu plus grande de carbone.

Le lignite, propre surtout aux terrains tertiaires, diffère de la tourbe à peu près autant que la tourbe diffère des matières organiques végétales vivantes. On est bien sûr que c'est le produit de la lente distillation subie par la véritable tourbe, par suite du long enfouissement d'où l'extraient nos exploitations. Parmi les lignites, il faut mentionner trois types. L'un d'eux, dit xyloïde, dérive manifestement de troncs d'arbres, dont il a conservé rigoureusement la structure. Une deuxième sorte est le lignite compact, c'est-à-dire de texture homogène. Souvent il a pris une apparence fort comparable à la houille et n'en peut être distingué aisément que par la couleur de sa poussière brune et non pas noire. A ce type se rattache le jais ou jayet, remarquable par son éclat, utilisé dans la bijouterie de deuil et imité avec le plus grand succès par la verroterie noire. Enfin dans un troisième type de lignite on peut ranger les variétés terreuses ou pulvérulentes, telles que ces

matières brunes, appelées terre d'ombre et terre de Cologne, dont les peintres font usage. Dans les départements de l'Aisne et de l'Oise le lignite pulvérulent est activement exploité, à cause de la présence de la pyrite de fer qui y est en mélange intime. La *cendre noire* qui en résulte constitue, grâce à sa facile oxydation, une mine de sulfate de fer et d'alun dont l'industrie tire des partis variés et avantageux.

Malgré la forme mathématique de la proposition, on peut dire que la houille est au lignite ce que le lignite est à la tourbe, ce que la tourbe est à la substance végétale vivante. Il faut ajouter que l'anthracite est à la houille précisément dans le même rapport : c'est de la houille ayant perdu, comme par une sorte de distillation souterraine, la plus grande partie de ses principes volatils. On a voulu retrouver ces matières légères dans les dépôts de pétrole peu distants parfois des bancs d'anthracite et qui souvent sont associés à des accumulations de grisou. L'anthracite existe en France, ou bien dans des terrains plus anciens que le terrain houiller, tel que le dévonien de la basse Loire, ou bien dans des terrains de même âge ou plus récents, mais fortement métamorphisés, tels que les couches contournées des Alpes. Aux États-Unis et spécialement en Pensylvanie, l'anthracite forme des couches énormes, dont la plus grosse, appelée *Mammouth*, a jusqu'à 30 mètres d'épaisseur. Pendant bien longtemps, l'anthracite a défié les efforts de ceux qui voulaient le brûler et le nom de *houille incombustible* lui en est resté dans les classifications. Cependant des perfectionnements convenables dans les appareils de chauffage ont permis maintenant de l'utiliser, et en Amérique c'est le combustible employé constamment, non seulement dans l'industrie, mais encore dans l'économie domestique.

Le graphite est fort analogue au charbon de cornue et au coke, c'est-à-dire au résidu de la distillation en vase clos des substances végétales. Il appartient aux terrains les plus an-

ciens et forme des lentilles subordonnées au gneiss. La roche qui constitue le cap Nord, à l'extrême pointe boréale du continent européen, est un beau marbre blanc à gros grains, tout rempli de petites particules de graphite. En Sibérie, il existe d'énormes amas de ce minéral, très recherché pour la fabrication des crayons. Les sortes moins pures entrent dans la composition des creusets et des briques réfractaires.

Constitué de carbone à peu près pur, le graphite cristallise quelquefois; mais, chose remarquable, il n'a aucune des formes du diamant. Ses cristaux, loin d'appartenir comme ceux de la pierre précieuse au système cubique, sont du système hexagonal, c'est-à-dire d'un tout autre caractère de symétrie; ils reproduisent d'ailleurs exactement les cristaux qui s'isolent par refroidissement des fontes très carburées.

Y a-t-il, au point de vue de l'origine et du mode de formation, liaison et passage entre le graphite et le diamant? C'est une opinion que quelques-uns ont soutenue. Jusqu'ici elle n'a à son secours aucune preuve certaine, et l'origine du diamant reste entouré d'un mystère impénétrable.

FIN

TABLE DES MATIÈRES

Pages.
INTRODUCTION 5

LES MÉTAUX

CHAPITRE PREMIER. — L'OR. — État de l'or dans la nature. — Ses caractères. — Pépites et paillettes. — Les mines d'Autriche, de Gaule, d'Espagne. — Histoire de Grégor Lesnoï. — L'Afrique et la poudre d'or. — Un Anglais chez les Ashantis. — Les mines d'Amérique. — Sables et filons de Californie. — Histoire des premiers chercheurs. — Comment on démolit aujourd'hui les anciennes alluvions : *Eureka Lake Water Company*. — La dorure. — L'orfèvrerie 9

CHAP. II. — L'ARGENT. — Les minerais d'argent. — La coupellation. — Les mines d'Europe. — Visite au Rammelsberg. — Mode de descente dans les mines du Harz. — L'argent en Amérique. — Histoire de l'État de Nevada. — Le tunnel Sutro 29

CHAP III. — LE PLATINE. — Caractères du platine. — Don Antonio de Ulloa. — Le traitement métallurgique du platine. — Ses usages et sa valeur 45

CHAP IV. — LE MERCURE. — Caractères du mercure. — Le cinabre. — Almaden d'Espagne. — Idria. — Découverte de New-Almaden de Californie. — Le snouvelles mines : leur richesse. — Influence délétère du mercure. — Usages du mercure : l'amalgamation, le vermillon, les appareils de physique 48

CHAP. V. — L'ÉTAIN. — Caractères de l'étain. — La cassitérite. — L'étain d'Angleterre. — Mine sous-marine de Penzance. — L'étain des Indes. — Les îles Cassitérides. — Nombreux usages de l'étain 53

Chap. VI. — Le cuivre. — Caractères du cuivre. — Le cuivre natif. — Richesse des mines du lac Supérieur. — Les minerais de cuivre : chalcopyrite, chalcosine, panabase, malachite, azurite. — Chessy. — Le cuivre d'Angleterre. — Traitement métallurgique des minerais de cuivre. — Usages du cuivre.. 58

Chap. VII. — Le plomb. — Pas de plomb natif. — La galène : ses caractères et ses gisements. — Réduction du minerai de plomb. — Caractères et usages du plomb. — Le Laurium chez les anciens Grecs. — Immenses travaux. — Les esclaves. — Découverte récente des scories du Laurium. Usine moderne. — Les ouvriers grecs. — Une graine de 2000 ans vivante.... 63

Chap. VIII. — Le fer. — Le faux fer natif. — Nordenskjold et le fer d'Ovifak. — Caractères du fer pur. — L'oligiste. — Les mines de l'île d'Elbe. — La limonite. — Exploitation et travail du fer dans l'antiquité : les ferriers. — L'aimant. — La sidérose. — Métallurgie du fer. — La méthode catalane; les hauts fourneaux. — Victor Hugo dans le pays de Liège. — Usages de la fonte. — L'acier : le marteau-pilon, la trempe. — Le Creusot.... 73

Chap. IX. — Le zinc. — Caractères du zinc. — La calamine : ses caractères et ses gisements. — Une visite à la Vieille-Montagne. — La blende : ses caractères et ses gisements. — Usages du zinc. — Le zinc d'art.... 85

LES PIERRES

Chap. X. — Les gemmes ou pierres précieuses. — Les gemmes. — Le diamant : ses formes cristallines, ses caractères. — Louis de Berquem. — Le clivage, le brutage, la taille du diamant. — Le brillant, la rose, la briolette. — Le carat. — Les gros diamants et les diamants historiques. — Les mines de l'Inde. — Les mines du Brésil. — Les mines du Cap. — Les diamants chinois. — Les saphirs. — Les spinelles. — La topaze. — Les zircons. — Le cristal de roche. — Les chercheurs de cristaux. — L'améthyste. — Les quartz rose, jaune, enfumé, rouge.... 90

Chap. XI. — Les pierres fines translucides ou opaques. — L'agate. — Moyen de la rendre plus brillante. — Formation des agates. — Oberstein. — Les variétés d'agate. — Objets d'art en agate. — L'opale : ses différentes sortes. — Les jaspes : leurs variétés et leurs gisements. — Les feldspaths. — Le jade, ses caractères. — Instruments de musique en jade. — Le lapis-lazuli. — La malachite. — La fluorine. — L'obsidienne.... 111

Chap. XII. — Le granit. — Les pays de granit. — Les minéraux du granit : le mica, le feldspath, le quartz. — Les variétés du granit : le granit porphyroïde, le gneiss. — Le micaschiste. — La pegmatite. — Le porphyre quartzifère. — Filons dans le granit. — Altération du granit. — Usages du granit.... 121

CHAP. XIII. — LA PIERRE A FUSIL. — Le briquet. — L'âge de la pierre. — Composition du silex. — Gisement du silex. — Origine de la matière organique du silex.......... 130

CHAP. XIV. — LA PIERRE MEULIÈRE. — Qualités de la meulière pour les constructions. — Carrières de meulière. — Variétés. — Meulières de Beauce et meulières de Brie. — Leur mode de formation.......... 133

CHAP. XV. — LA PIERRE A PAVER. — Aspects très divers du grès. — Les rognons de grès. — Composition des grès. — Géologie des grès.......... 136

CHAP. XVI. — LES ARDOISES. — Usages et propriétés de l'ardoise. — Les fendeurs d'ardoise. — Extraction de l'ardoise. — Manière de faire de l'ardoise avec de l'argile. — Le métamorphisme. — Chaleur interne. — Contraction de la Terre sur elle-même.......... 141

CHAP. XVII. — LA TERRE A BRIQUES. — Une carrière d'argile. — Mode de formation de l'argile plastique. — Les salzes ou volcans de boue. — Les différentes terres à briques. — Cuisson de la brique faite avec le limon. 145

CHAP. XVIII. — LE MARBRE. — Caractères du marbre. — Ses variétés innombrables divisées en marbres simples et en marbres composés. — Les marbres de Grèce : leur beauté, leur abondance. — Voyage au Pentélique. — L'histoire rapportée à la géologie. — Le marbre du Pentélique. — Paros. — Skyros. — Tenos. — Naxos. — Les marbres d'Italie : Carrare.......... 150

CHAP XIX. — LA PIERRE A BATIR. — Ce qu'on entend spécialement par pierre à bâtir. — Le calcaire grossier. — Les catacombes de Paris. — Les calcaires du terrain crétacé et du terrain jurassique. — Les pierres à chaux. — Le ciment romain. — Mode de formation des calcaires. — Les calcaires oolithiques.......... 161

CHAP. XX. — LA PIERRE A PLATRE. — Usages du plâtre. — Le gypse. — La cuisson du plâtre. — Origines et gisements du gypse. — Le gypse parisien. — Emploi du plâtre en agriculture.......... 167

LES PHOSPHATES MINÉRAUX

CHAP. XXI. — GUANO, PHOSPHORITE, APATITE. — Le phosphore indispensable aux végétaux. — Les momies égyptiennes prises comme engrais. — Le guano. — Rognons de phosphate de chaux. — Phosphorite, apatite.......... 170

LES SELS

CHAP. XXII. — LE SEL MARIN. — Constitution du sel marin. — Ses gisements. — Sources artificielles. — Analogies de formation du sel souter-

rain et du sel marin actuel. — Distribution des mines de sel gemme. — Les mines de Wielickza. — Dépôts salifères de France. — Les marais salants. — Le sel des déserts. — Usage universel du sel............... 173

Chap. XXIII. — Les sels de soude. — Composés salins naturels. — Carbonate de soude et sulfate de soude. — Sources minérales. — Le nitrate de soude. — Le boroate de soude. — Les soffioni de Toscane. — Lac de borax en Californie.. 183

LES COMBUSTIBLES

Chap. XXIV. — Les bitumes. — Constitution des bitumes. — Gisements et origines. — Le naphte. — Bakou et les Parsis. — Le pétrole. — Usages. — Les pays qui produisent du pétrole. — La Pétrolie et Oil-City. — L'asphalte. — Le lac Asphaltite décrit par Diodore de Sicile. — Usages de l'asphalte dans l'antiquité. — L'asphalte.......................... 186

Chap. XXV. — Le soufre. — Les gisements de soufre. — Les mines de Sicile. — Origine du soufre. — La solfatare de Pouzzoles. — La solfatare de l'île de Java. — Les caractères du soufre. — Raffinage. — Usages.. 196

Chap. XXVI. — La houille. — Usages. — Caractères. — Découverte de la houille en tant que combustible. — Histoire de Houillos. — Les mines de houilles : puits et galeries. — Les boiseurs. — Le grisou. — La ventilation. — L'éclairage : la lampe de Davy. — La fermeture des lampes. — Les grandes catastrophes. — Le gaz d'éclairage. — Origine de la houille. — Les bassins houillers. — La tourbe. — Le lignite. — L'anthracite.. 201

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

Motteroz, Adm.-Direct. des Imprimeries réunies, B, Puteaux

